



Alexandra Rueff Vieira

Licenciada em Engenharia Civil

A Lean Construction e a Sustentabilidade – Paradigmas Complementares Implementação de um Modelo de Optimização

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Civil – Perfil Construção

Orientador: Nuno Cachadinha, Professor Doutor, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Nuno Manuel da Costa Guerra
Arguente: Prof. Doutor Francisco Loforte Ribeiro
Vogal: Prof. Doutor Nuno Manuel Pereira Miguéis Cachadinha



**FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA**

Fevereiro 2011



'Copyright" Alexandra Rueff Vieira, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objectivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Prof. Doutor Nuno Cachadinha pela orientação fornecida e toda a disponibilidade demonstrada, sem a qual não teria sido possível a realização da presente dissertação.

De forma especial agradeço à Engenheira Eloísa Cepinha, Engenheira Ana Melo e Engenheiro Vasco Consciência por toda a disponibilidade e ajuda que me deram, permitindo o trabalho de campo e o aprofundar de conhecimentos.

A todas as restantes pessoas da SDC que contribuíram para a realização desta dissertação, nomeadamente:

Ao Engenheiro Serpa dos Santos, administrador da SDC, por ter possibilitado a realização do estudo;

Ao Engenheiro António Winck e Engenheiro Luís Afonso pela disponibilidade e ajuda na realização das entrevistas;

Ao Técnico de Construção Civil, Sr. Lorival Ribeiro, ao Encarregado Sr. Fernando Coelho e todos os elementos da equipa de trabalho da empresa, que me ajudaram e forneceram elementos, opiniões e informações.

Não posso deixar de agradecer também:

Ao Diogo Pereira pela sua amizade, inúmeros debates e por me ter ajudado com os seus conhecimentos essenciais para a realização desta dissertação;

Ao Pedro e ao Clara que, ao longo do trabalho, me surpreenderam agradavelmente, apoiando-me e incentivando-me constantemente.

Aos meus queridos amigos Roland, Ângelo e Hugo, pelo apoio, compreensão, motivação e momentos zen partilhados ao longo deste percurso que é a vida. Obrigada.

Ao Nuno que me motivou essencialmente nesta última etapa do meu percurso académico. Pela troca de ideias constantes, apoio e motivação. E acima de tudo pela sua amizade e presença ao longo destes últimos meses. Obrigada.

Por último, mas com muito amor e carinho, aos meus pais e irmãos que me proporcionaram esta vida, estando sempre presentes para mim, independentemente de tudo. Esta dissertação é vos dedicada, demonstrando parte do meu reconhecimento por todo o carinho, amor, apoio, compreensão e motivação com que me incentivaram ao longo de toda a minha vida. Obrigada.

Resumo

Numa era onde a sustentabilidade é a principal preocupação que se encontra presente à nossa volta, esta também se tornou numa preocupação constante que afecta o sector industrial. Não sendo excepção à regra, o sector da construção não ficou indiferente a esta preocupação, procurando adoptar indicadores que sejam capazes de medir a sustentabilidade em obra. Por outro lado, existe o conceito de Construção Enxuta (*Lean Construction*) que se está a tornar numa realidade cada vez mais presente neste sector, cujo objectivo é controlar e eliminar os desperdícios. Uma vez que ambos os conceitos têm a mesma ideologia, este trabalho pretende analisar a relação entre conceito de Construção Enxuta e conceito de Sustentabilidade.

O presente trabalho procura, numa primeira fase, identificar as compatibilidades existentes entre a Construção Enxuta e a Sustentabilidade, estudando a teoria que envolve ambos os conceitos. Numa segunda fase, pretende-se familiarizar com o Índice de Sustentabilidade em Obra (ISO) desenvolvido pela empresa Soares da Costa (SDC). Por fim, focando-se no caso de estudo, este trabalho visa aplicar as ferramentas e técnicas Enxutas numa obra pertencente à SDC com o intuito de observar quais as relações que se estabelecem pela aplicação destes últimos no ISO.

O trabalho baseia-se na recolha e análise de documentos fornecidos pela empresa, a observação directa (da obra em estudo) e entrevistas. Em primeiro lugar, foram identificadas as actividades com maior influência em termos de encargos financeiros e volume de trabalho. Em seguida, foi elaborado um mapa do fluxo de valor para cada uma dessas actividades de modo a se poder analisar quais as etapas que não agregam valor ao produto final. Numa terceira fase, foram elaboradas e apresentadas propostas para melhorar o fluxo de trabalho com o intuito de estabelecer ligações a algumas métricas do ISO, sendo que, se recorreu à realização de entrevistas para consolidar a informação recolhida e analisada.

Através dos resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que é possível estabelecer uma relação entre a Sustentabilidade e a filosofia Enxuta demonstrando que existe uma boa base para se desenvolver uma ponte de ligação entre estes dois conceitos de modo a se promover o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável, Construção Enxuta, métricas de sustentabilidade.

Abstract

In an age where Sustainability is the main concern present all around us it also became a constant issue that affects Industries. The Construction Sector is not an exception to this trend, seeking to adopt metrics that can measure Sustainability on site. On the other hand, the concept of Lean Construction (LC) is becoming a reality more and more present in this sector whose aim is to control and eliminate the waste problem. Since both concepts have the same ideology, this work intends to examine the relationship between the concept of LC and the concept of Sustainability.

This work first seeks to identify the existing compatibilities between LC and Sustainability by studying the theory behind both concepts. In a second stage it intends to get familiar with the Sustainability in Construction Index (SCI) developed by Soares da Costa (SDC). Lastly, focusing on a case study, this work aims to apply the LC tools and techniques on a construction site belonging to SDC, in order to observe the relations which are established by the application of those on the SCI.

The work is based on the gathering and analysis of documents provided by the Company, on direct observations (in the case study construction) and interviews. Firstly, the activities with more influence in financial and workload terms were identified. Then a Value Stream Map was made for each of those activities analyzing the non-value-adding steps. In a third stage, proposals were made to improve the work flow with the aim of establishing links to some SCI metrics. Finally, to combine the collected information, interviews were conducted.

The results obtained in this study case indicate that it is possible to establish a relation between Sustainability and LC philosophy. It also demonstrates that there is a good foundation to develop a connecting bridge between these two concepts in order to promote sustainable development.

Key words: Sustainable development, Lean Construction, Sustainable metrics.

Lista de Abreviaturas

CIFE – *Center for Integrated Facility Engineering*

CNUAD – Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento

CSRNetworking – *Corporate Social Responsibility Network*

DGA – Departamento Geral do Ambiente

DJSGI – *Dow Jones Sustainability Group Index*

DJSI – *Dow Jones Sustainability Index*

ENDS – Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável

EU-SDIS – *European Union set of Sustainable Development Indicators*

FTSE – *Financial Times Stock Exchange*

GRI – *Global Reporting Initiative*

IGLC – *International Group for Lean Construction*

IS – Índice de Sustentabilidade

ISO – Índice de Sustentabilidade em Obra

ISO 9001 – *International Organization for Standardization – Quality Management*

ISO 14001 – *International Organization for Standardization – Environmental Management*

JIT – *Just-in-Time*

LC – *Lean Construction*

MDG – *Millennium Development Goals*

MDGI – *Millennium Development Goals Indicators*

MFV – Mapeamento do Fluxo de Valor

ONG – Organização Não-Governamental

PIB – Produto Interno Bruto

PPC – Percentagem de Planeamento Concluído

SCSC – Sociedade de Construções Soares da Costa

SDC – Soares da Costa

SIDS – *Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável*

SST – Saúde e Segurança no Trabalho

SRI – *Socially Responsible Investment*

TBL – *Tripple Bottom Line*

UNCSD – *United Nations Commission on Sustainable Development*

UNEP-FI – *United Nations Environment Programme Financial Initiative*

Índice

1.	INTRODUÇÃO	1
	ENQUADRAMENTO.....	1
	OBJECTIVO	2
	METODOLOGIA	2
	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	3
2.	ESTADO DO CONHECIMENTO	5
	EVOLUÇÃO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA.....	5
	CONCEITOS E PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA	6
	DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO	7
	DEFINIÇÃO E APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DO PRINCÍPIO ENXUTO.....	12
	2.1.1. Mapeamento do fluxo de valor (MFV)	13
	2.1.2. 5S	15
	2.1.3. <i>Just-in-Time</i> (JIT)	16
	2.1.4. <i>Kanban</i>	16
	2.1.5. <i>Last Planner</i> e Percentagem de Planeamento Completo (PPC)	17
	2.1.6. Mapa de Irregularidades	17
	2.1.7. Relação Subempregada.....	18
	2.1.8. <i>Kaizen</i>	18
	CONCEITO E DEFINIÇÃO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	19
	AValiação da SUSTENTABILIDADE.....	20
	2.1.9. Índices de avaliação da sustentabilidade	21
	2.1.9.1. Indicadores de monitorização dos Objectivos de Desenvolvimento do Milénio (<i>Millenium Development Goals Indicators – MDGI</i>)	21
	2.1.9.2. Série de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável da União Europeia (<i>EU set of Sustainable Development Indicators - EU-SDIs</i>)	23
	2.1.9.3. Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) – Documento Nacional Estratégico ..	24
	SUSTENTABILIDADE NO SECTOR EMPRESARIAL	25
	2.1.10. Métricas de medição de sustentabilidade no sector empresarial	27
	2.1.11. Índice de Sustentabilidade em Obra (ISO) da Soares da Costa	29
	ANALOGIA ENTRE CONSTRUÇÃO ENXUTA E SUSTENTABILIDADE	32
3.	METODOLOGIA DE RECOLHA E ANÁLISE DE DADOS E DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO.....	37
	INTRODUÇÃO	37
	METODOLOGIA DE RECOLHA DE DADOS	37
	3.1.1. Análise documental	38
	3.1.2. Observação directa	38

3.1.3.	Reuniões em obra	38
3.1.4.	Reuniões nos escritórios da SDC	39
3.1.5.	Seminário SUSTENTARE	40
DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO		40
3.1.6.	Caracterização da obra	40
3.1.7.	Descrição do ISO	42
4.	DESENVOLVIMENTO DO MODELO PROPOSTO.....	45
INTRODUÇÃO		45
ELABORAÇÃO E DESCRIÇÃO DO MODELO PROPOSTO		45
4.1.1.	Seleção dos processos a otimizar.....	47
4.1.2.	Elaboração do mapa do fluxo de valor actual.....	47
4.1.3.	Análise dos mapas do estado actual.....	48
4.1.3.1.	Análise e propostas de melhoria genéricas.....	49
4.1.3.2.	Análise e propostas de melhoria para o caso de estudo.....	51
4.1.4.	Mapeamento do estado futuro	53
4.1.5.	Implementação e Controlo	54
4.1.5.1.	Oportunidade e benefícios da implementação do modelo.....	55
4.1.5.2.	Dificuldades na implementação das propostas.....	56
5.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	57
AVALIAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS OPTIMIZADOS DETECTADOS EM OBRA		57
AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA FORMULADAS.....		62
AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS NA PERSPECTIVA DO ISO		64
5.1.1.	Paralelismo existente entre o conceito Enxuto e as métricas do ISO.....	65
5.1.2.	Avaliação dos resultados na perspectiva dos dados obtidos na entrevista.....	68
5.1.3.	Conclusões	70
6.	CONCLUSÕES	71
LIMITAÇÕES DA INVESTIGAÇÃO.....		72
DESENVOLVIMENTOS FUTUROS		73
7.	BIBLIOGRAFIA	75
ANEXOS.....		81
ORGANOGRAMA DA OBRA CIDADELA DE CASCAIS		82
GUIÃO DE ENTREVISTAS.....		83
ÍCONE USADOS NO MFV		93
MAPEAMENTO ACTUAL DO FLUXO DE VALOR		95

Índice de Quadros

QUADRO 2.1: QUADRO COMPARATIVO ENTRE PRODUÇÃO ENXUTA E CONSTRUÇÃO ENXUTA	6
QUADRO 2.2: MAPA DE IRREGULARIDADES	18
QUADRO 2.3: QUADRO RESUMO DOS INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	25
QUADRO 2.4: QUADRO RESUMO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAIS	29
QUADRO 2.5: RELAÇÃO ENTRE FERRAMENTAS ENXUTAS E CATEGORIAS TBL (ADAPTADO DE BAE E KIM, 2007)	35
QUADRO 3.1: CARACTERIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS QUANTO À SUA INTERVENÇÃO	41
QUADRO 3.2: INDICADORES AVALIADOS NO ISO (ADAPTADO DE: SOARES DA COSTA, 2010)	43
QUADRO 4.1: MAPEAMENTO DO ESTADO ACTUAL DOS PROCESSOS.....	48
QUADRO 4.2: OPTIMIZAÇÃO DO PROCESSO PLADUR DETECTADO EM OBRA	51
QUADRO 4.3: OPTIMIZAÇÃO DO PROCESSO AÇO DETECTADO EM OBRA	51
QUADRO 4.4: OPTIMIZAÇÃO DO PROCESSO PLANEAMENTO DETECTADO EM OBRA.....	52
QUADRO 4.5: OPTIMIZAÇÃO DO PROCESSO PREPARAÇÃO DE OBRA DETECTADO EM OBRA	52
QUADRO 4.6: PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO MATERIAL DE COFRAGEM	52
QUADRO 4.7: PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO AÇO	53
QUADRO 4.8: PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO PLANEAMENTO	53
QUADRO 4.9: PROPOSTA DE MELHORIA NO PROCESSO PREPARAÇÃO DE OBRA	53
QUADRO 4.10: MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO DOS PROCESSOS	54
QUADRO 5.1: RELAÇÃO ENTRE MÉTRICAS ISO E DESIGNAÇÃO ENXUTA NO PROCESSO PLADUR	66
QUADRO 5.2: RELAÇÃO ENTRE MÉTRICAS ISO E DESIGNAÇÃO ENXUTA NOS PROCESSOS PLANEAMENTO E PREPARAÇÃO DE OBRA	66
QUADRO 5.3: RELAÇÃO ENTRE MÉTRICAS ISO E DESIGNAÇÃO ENXUTA NO PROCESSO MATERIAL DE COFRAGEM	67
QUADRO 5.4: RELAÇÃO ENTRE MÉTRICAS ISO E DESIGNAÇÃO ENXUTA NO PROCESSO AÇO	67
QUADRO 5.5: RELAÇÃO ENTRE MÉTRICAS ISO E DESIGNAÇÃO ENXUTA NO PROCESSO PLANEAMENTO	67

Índice de Figuras

FIGURA 1.1: PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE INVESTIGAÇÃO.....	3
FIGURA 2.1- DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO	12
FIGURA 2.2: PROCESSO CÍCLICO DA MENTALIDADE ENXUTA	13
FIGURA 2.3: PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DO MAPA DE FLUXO DE VALOR	14
FIGURA 2.4: METODOLOGIA 5S.....	16
FIGURA 2.5: CICLO KAIZEN	19
FIGURA 2.6: INDICADORES DO ISO (ADAPTADO DE SOARES DA COSTA, 2010).....	31
FIGURA 2.7: PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA FACE AOS OBJECTIVOS DA SUSTENTABILIDADE	32
FIGURA 2.8: CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DE DIFERENTES CLIENTES PARA UM PROJECTO (ADAPTADO DE HUOVILA E KOSKELA, 1998)	33
FIGURA 2.9: POTENCIAIS CONTRIBUTOS DE FERRAMENTAS ENXUTAS NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	35
FIGURA 3.1: VISTA AÉREA DA CIDADELA DE CASCAIS (FONTE: GOOGLE MAPS).....	41
FIGURA 4.1: PROCESSO DE APLICAÇÃO DO MODELO PROPOSTO	46
FIGURA 5.1: MATERIAL DISPOSTO NO LOCAL DE APLICAÇÃO.....	59
FIGURA 5.2: DESPERDÍCIOS QUE PERDURAM NO LOCAL DE TRABALHO.....	62
FIGURA 5.3: ESTALEIRO DO AÇO NA COBERTURA DO EDIFÍCIO.....	63
FIGURA 5.4: DESEMPENHO DO ISO DA OBRA FACE AO ISOREF	69

1. Introdução

1.1. Enquadramento

O conceito de desenvolvimento sustentável foi primeiramente definido em 1987 no relatório de *Brundtland* como o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atingirem as suas próprias necessidades” (UN, 1987). Este documento faz parte de uma série de iniciativas que sustentam uma visão crítica do modelo de desenvolvimento adoptado pelos países industrializados e reproduzido pelas nações em desenvolvimento. O relatório aponta para a incompatibilidade entre desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo vigentes. No seguimento da publicação deste relatório outras conferências foram realizadas onde se elaboraram outros documentos, todos com o mesmo objectivo, o de contribuir para a sustentabilidade de uma Nação.

Este objectivo despertou todos os sectores de actividade para a necessidade de introduzir os conceitos de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável.

No sector empresarial começam a surgir de forma crescente organizações centradas na Sustentabilidade Empresarial e Responsabilidade Social das Empresas reflectindo-se numa integração da sustentabilidade neste sector. Surgem assim, os primeiros vestígios da lógica da sustentabilidade nas empresas através de relatórios ambientais e sociais ou mesmo de sustentabilidade (Pinheiro, 2006).

O sector da construção não ficou indiferente a este processo de integração da sustentabilidade, pois é um sector tendencialmente consumidor de recursos e um produtor em larga escala de resíduos, que em muitos casos produz impactos significativos no ambiente (Pinheiro, 2003).

Esta produção, em larga escala, de resíduos tem de ser encarada com seriedade, pois segundo Grohmann (1998) a quantidade de materiais e mão-de-obra desperdiçados em três obras permitem a construção de outra idêntica, ou seja, o desperdício atingiria um índice de 33%. Estes desperdícios reflectem-se nos custos de uma obra que podem atingir os 6% de acréscimo no custo total (Pinto, 1995).

Perante este cenário, um novo conceito designado de Construção Enxuta veio inovar o sistema de Gestão da Produção no sector da Construção Civil. Este conceito visa eliminar todo o tipo de desperdícios existentes, nomeadamente custos, tempo, materiais ou equipamentos com o intuito de alcançar um melhor produto final, aumentando o valor para o cliente.

1.2. Objectivo

O presente trabalho tem como objectivo estabelecer uma relação entre a filosofia Enxuta e a Sustentabilidade. Para tal, será feito uma análise bibliográfica dos conceitos e ferramentas Enxutas, e um estudo e análise do Índice de Sustentabilidade em Obra (ISO) desenvolvido na empresa de construção e obras públicas Soares da Costa Construções, S.A. Este estudo incidirá na criação de um modelo de aplicação prática com o objectivo de otimizar processos em obra, reduzindo desperdícios e evitando erros recorrentes, procurando assim, estabelecer relações com o ISO.

1.3. Metodologia

Este caso de estudo envolve uma pesquisa bibliográfica sobre o progresso do desenvolvimento sustentável a nível mundial ao longo dos anos, assim como de um resumo dos índices de sustentabilidade existentes no sector industrial e no sector da construção. Note-se que, por motivos de confidencialidade (visto que a empresa está a avançar com o processo de registo de patente) não se poderá expor na sua totalidade a estrutura do ISO, e portanto parte da informação relativa ao ISO não poderá ser publicada, mas será considerada na sua totalidade no caso de estudo.

Foi igualmente realizada uma análise teórica da filosofia Enxuta de forma a poder ser possível a criação de um modelo de aplicação prática que concilie estes dois temas – Enxuta e Sustentabilidade.

Em paralelo com estas duas frentes de investigação foi necessário estabelecer um protocolo de parceria com a empresa SDC de forma a desenvolver-se um projecto de estudo e implementação de um modelo de optimização do ISO numa obra de construção/reabilitação localizada na Cidadela de Cascais.

Uma vez designada a obra, o seu funcionamento foi analisado no seu todo por visualização directa, análise documental e por realização de entrevistas.

Com base na recolha de informação e no conhecimento adquirido sobre o tema, foi formulado e proposto um modelo de aplicação prática dos princípios Enxutos. Esse modelo foi sujeito a dois tipos de análise, nomeadamente uma análise sob a perspectiva Enxuta e outra sob a perspectiva ISO. Como forma de consolidar os resultados obtidos através destas duas análises, foram efectuadas entrevistas a pessoas com uma visão geral e panorâmica do departamento de produção da empresa e elaboradas as conclusões.

Este processo de evolução do tema enunciado pode ser observado na figura 1.1.

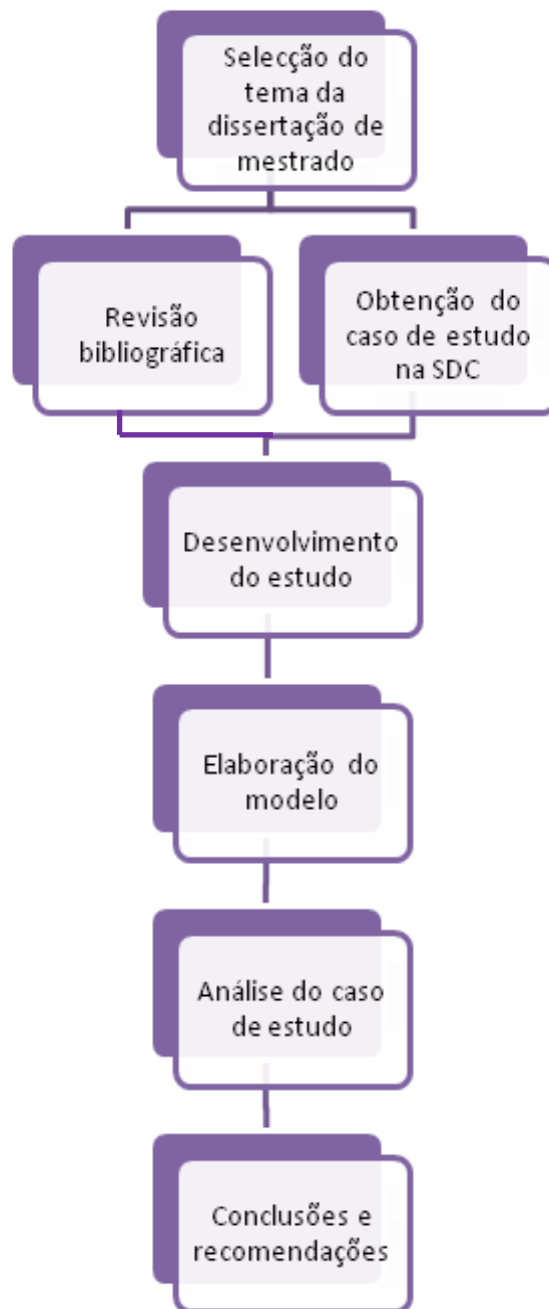


Figura 1.1: Programa de Desenvolvimento de Investigação

1.4. Estrutura da dissertação

No que se refere à estruturação da dissertação, esta encontra-se dividida em oito capítulos. De seguida, é feita uma descrição resumida dos capítulos e seu conteúdo:

Capítulo 1 - São elaborados o enquadramento, os objectivos e a metodologia do trabalho de investigação assim como a sua estruturação;

Capítulo 2 - Procedeu-se a uma revisão bibliográfica relativa aos princípios Enxutos, aos desperdícios na construção e às ferramentas Enxutas. Foi igualmente realizado uma revisão bibliográfica respeitante ao conceito de desenvolvimento sustentável e às medidas de avaliação de sustentabilidade existentes;

Capítulo 3 – Caracterização da obra que serviu como caso de estudo indicando a metodologia de recolha e análise de dados utilizada;

Capítulo 4 – Apresentação e desenvolvimento do modelo proposto para implementação em obra;

Capítulo 5 – É efectuada uma análise e discussão dos resultados obtidos da aplicação do modelo;

Capítulo 6 – São avaliados se os objectivos traçados para este trabalho foram concretizados. São também apresentadas as principais limitações à realização do trabalho, assim como propostas de desenvolvimento futuro;

Capítulo 7 – É apresentada a bibliografia que serviu de base ao presente trabalho de investigação;

No final deste trabalho são apresentados alguns documentos em anexos.

2. Estado do Conhecimento

2.1. Evolução da Construção Enxuta

Lean thinking ou “mentalidade enxuta” é uma filosofia que se desenvolveu ao longo de muitos anos até ao conceito actual e que continuará a expandir-se ao longo do tempo procurando atingir a perfeição. Os primórdios desta filosofia surgiram na sequência do aparecimento da linha de produção de Henry Ford. Este padronizou peças de automóvel e técnicas de montagem, permitindo que mão-de-obra pouco qualificada e máquinas especializadas produzissem em massa de forma económica.

Após a Segunda Guerra Mundial, surgiu uma nova prática de produção na *Toyota* desenvolvida pelo fundador Sakichi Toyoda, o seu filho Kiichiro Toyoda e pelo engenheiro Taiicchi Ohno, designada por Sistema *Toyota* de Produção.

Este sistema, ao contrário da produção em massa desenvolvida por Henry Ford, visa diminuir os lotes de produção obtendo uma maior variedade de produtos recorrendo a uma mão-de-obra versátil nas funções a executar, ou seja, os trabalhadores têm capacidade de executar outras tarefas, que não as próprias e de operar com mais do que uma máquina, tendo como preocupação máxima a qualidade final do produto.

Concisamente, o objectivo principal do Sistema *Toyota* de Produção é aumentar a eficiência da produção, através da eliminação contínua de desperdícios.

Por forma, a caracterizar este novo paradigma de produção foi proposto pela primeira vez o termo *Lean* por James P. Womack em 1990, na publicação do livro “*The Machine That Changed the World*”. O autor descreve neste livro o conceito *Lean* ou Enxuto e com base no sistema de produção da *Toyota*, desenvolve o tema *Lean Production* ou Produção Enxuta.

Por ser uma generalização do sistema *Toyota*, a Produção Enxuta tem por base a redução dos sete desperdícios originais da *Toyota* para melhorar o valor total do cliente. Existem, no entanto, diferentes perspectivas sobre a melhor forma de alcançar esses objectivos, propiciando a que vários autores designem técnicas sistematizadas e organizadas para aprendizagem da filosofia enxuta.

No entanto, apesar da grande adesão por parte dos diversos sectores industriais a esta filosofia, o sector da construção, sendo ele bastante complexo e diversificado, não acompanhou esta expansão. Desta forma, em 1992, o Engenheiro e Professor Lauri Koskela desafiou a Comunidade da Construção a implementar as técnicas e princípios da mentalidade enxuta,

desenvolvendo assim as bases de uma nova filosofia designada de *Lean Construction* ou Construção Enxuta.

A Construção Enxuta é “uma forma de projectar sistemas de produção para minimizar o desperdício de materiais, tempo e esforço a fim de gerar o máximo possível de valor” (Koskela *et al.* 2002).

No quadro 2.1 são apresentadas, sinteticamente, as crónicas de cada um dos conceitos da Produção Enxuta e Construção Enxuta.

Quadro 2.1: Quadro comparativo entre Produção Enxuta e Construção Enxuta

Mentalidade Enxuta		
	Produção Enxuta	Construção Enxuta
Origem	1990	1992
Autor	Prof. James Womack	Prof. Lauri Koskela
Baseado em	Sistema <i>Toyota</i> de Produção	Produção Enxuta
Zona de actuação	Sector industrial de produção contínua	Sector da construção
Conceito base	Aumentar a eficiência de produção e a qualidade final do produto, diminuindo as etapas que geram desperdícios	"Forma de projectar sistemas de produção para minimizar o desperdício de materiais, tempo e esforço a fim de gerar o máximo possível de valor" (Koskela, 1992)

2.2. Conceitos e princípios da Construção Enxuta

“Novos conceitos surgem e o conteúdo dos conceitos antigos muda” (Koskela, 1992). Foi com esta reflexão em mente, que o Professor Koskela elaborou o relatório técnico CIFE, onde procurou avaliar se a filosofia da Produção Enxuta teria implicações no sector da construção.

Este relatório foi inovador, tanto para o ramo da construção como para a expansão da mentalidade enxuta, uma vez que foi neste documento que se estabeleceu uma primeira relação entre estas duas partes.

Por um lado, Koskela (2000) descreve a produção enxuta sob a perspectiva do fluxo, cuja ideia base é a de eliminar os resíduos relativos aos processos de fluxo, nomeadamente reduzir o tempo de processamento, reduzir a variabilidade e simplificar. E por outro lado sob a perspectiva de geração de valor, onde se pretende proporcionar o melhor valor possível ao cliente.

Ao longo desse relatório, Koskela faz uma análise crítica das bases na construção tradicional, concluindo que o mal está no acto de encarar cada problema individualmente,

tentando encontrar consequentemente soluções isoladas. Desta maneira, apresentou a proposta de reformular a visão de construção propondo que esta fosse vista como um conjunto de fluxos seguindo o exemplo da fabricação.

O autor analisou certos processos de fluxo associando os respectivos valores e desperdícios acompanhados de propostas de melhoria, concluindo que, esta nova forma de encarar a construção leva a uma melhor compreensão teórica e orientações práticas para a melhoria.

Colocou então, a hipótese de implementar esta nova filosofia na construção analisando barreiras e experiências da sua aplicação. Algumas dessas barreiras verificadas baseiam-se nos factos de que alguns conceitos da nova filosofia estão demasiado particularizados para a indústria mecânica. É de difícil difusão para as outras indústrias, uma vez que existe uma escassa competição internacional neste sector, factor determinante na indústria automóvel, e pelo simples concluso de que cada obra é um caso. No entanto, refere-se que alguns constituintes da construção são fabricados segundo um processo que possui um carácter de fabricação, tais como janelas, elevadores, prefabricados entre outros e que representam exemplos de uma implementação bem sucedida da filosofia enxuta.

Koskela finaliza o relatório incitando a aplicação desta filosofia na construção, visto ser um sector promissor com potencialidades de se desenvolver e de originar novas medidas que identifiquem potenciais de melhorias e monitorizem o progresso de desempenho e de alcançar as dimensões verificadas no sector industrial.

Com esta investigação pioneira das potencialidades de aplicação desta filosofia ao mundo da construção, houve um aumento de popularidade do novo conceito Construção Enxuta. Desta forma, em 1993 na Finlândia realizou-se a primeira reunião sobre Construção Enxuta organizada pelos engenheiros, professores e investigadores americanos Gregory Howell e Glenn Ballard.

A partir de 1994 foi formado um grupo mundial de pesquisadores sobre Construção Enxuta denominado *IGLC – Internacional Group for Lean Construction*, coordenado por Howell e Ballard, que anualmente se reúne para discutir os avanços desse novo paradigma para o sistema de Gestão da Produção no sector da Construção Civil (Conte, 1998).

2.3. Desperdícios na construção

A filosofia Enxuta é, resumidamente, um conjunto de princípios que funcionam para eliminar desperdícios e criar novas oportunidades através da melhoria contínua.

É portanto necessário compreender o significado do termo desperdício. Na verdade, não existe uma definição única para o termo, de forma que, conforme o autor que estude o assunto o termo desperdício toma diferentes definições mas, genericamente, todas têm o mesmo significado.

Por exemplo, em Produção Enxuta, o termo desperdício possui o sinónimo de “*non value adding costs*” (Buzby *et al.* 2002). Um outro exemplo é dado por Formoso *et al.* (1999) que definem desperdício como “qualquer perda produzida por actividades que geriram custos directos e indirectos, mas que não acrescentam qualquer valor ao produto do ponto de vista do cliente”. Em termos de Construção Enxuta, Womack e Jones (1996) definem desperdício como “qualquer actividade que absorve recursos mas que não cria valor” que é semelhante à definição de Koskela (1992) “actividade que consome tempo, recursos e espaço mas que não adiciona valor”.

Por outro lado, isto significa que actividades que convertem material e/ou informação, segundo o requisito do cliente, criam valor e designam-se de “*value-adding activity*” ou actividades que acrescentam valor (Koskela, 1992). Citando também Womack e Jones (1996) “valor é definido como uma capacidade que é determinada pelo cliente/utilizador final e que lhes é fornecido no momento e custo certo”.

Verifica-se, portanto, que o termo desperdício é definido segundo o termo “valor” existindo assim um vínculo entre ambos. Mas, para se conhecer o que é desperdício, é necessário entender-se primeiro o conceito de valor. No entanto, note-se que, o termo desperdício será sempre em termos relativos, uma vez que o desperdício de um poderá ser o valor de outro, e vice-versa.

Existem assim, várias categorias de desperdícios, sendo que, as mais comuns foram identificadas por Taiichi Ohno. Este designou as sete categorias de desperdício por *MUDA* e são elas:

- **Sobre produção** – Ocorre quando se exigem mais recursos do que o necessário para entregar um produto ao cliente. Exemplo disto é o fabrico antecipado de um produto ou a sua produção em quantidades excessivas. É o pior tipo de *MUDA*, pois esconde e/ou origina outros tipos de desperdícios como o excesso de stock ou a espera.
- **Transporte** – É o transporte desnecessário de materiais ou produtos. Sempre que um produto é transportado ou movimentado existe o risco de este ser danificado, perdido ou sofrer atrasos, entre outros, não trazendo qualquer valor ao cliente.

- **Excesso de movimento** – É o movimento excessivo de trabalhadores ou equipamentos. E traduz-se num impacto ao nível da segurança e do desgaste. Ocorre especialmente devido a uma má organização do espaço de trabalho.
- **Espera** – Sempre que um produto não esteja a ser processado ou a ser transportado está em espera, o que não traz valor ao cliente. É portanto um período de inactividade de um processo que ocorre devido à não entrega dos antecedentes ou devido ao não processamento de uma actividade (Deffense, 2010).
- **Processamento inapropriado** – Acontece sempre que seja efectuado mais trabalho num produto do que o requisitado pelo cliente, não trazendo qualquer tipo de valor a este. Exemplos disto são: o trabalho que tem de ser feito quando o produto ou serviço não é executado correctamente à primeira, quando se usa maquinaria demasiado potente ou complexa para o objectivo pedido ou ainda quando se efectuam trabalhos excessivos numa etapa (Peneirol, 2010).
- **Excesso de stock** – É um excesso de stock, seja de materiais ou de produtos finais, e representa capital que ainda não produziu um rendimento, não trazendo qualquer tipo de valor para o cliente. É uma consequência de uma sobre produção e de um processamento inapropriado (Deffense, 2010).
- **Defeitos** – São erros que ocorrem no processo de produção implicando custos adicionais em termos de mão-de-obra, materiais e equipamentos para efectuar novo processamento.

No entanto, em estudos posteriores foram identificados outros tipos de desperdícios, tais como o *design* de produtos que não atendem às necessidades do cliente (Womack e Jones, 1996), o roubo e vandalismo (Bossink e Brouwers, 1998, citado em: Formoso *et al.*, 2002) ou ainda, entre outros, acidentes e condições de trabalho não optimizadas (Koskela 2000).

Diversos autores realizaram estudos focados na identificação e medição dos desperdícios provenientes da construção e do seu impacto no custo final do projecto. Destes estudos, destacam-se o de Formoso *et al.* (2002) em que parte do estudo consistia em medir a quantidade de desperdícios relativa a sete tipos de materiais usados em cinco obras diferentes, cuja tipologia eram edifícios de oito a doze andares, situados em Porto Alegre (Brasil).

A metodologia foi aplicada num período de estudo de duração de quatro a cinco meses e baseou-se numa:

- Caracterização geral das cinco obras;
- Medição das actividades completas no referido período;
- Controlo das entregas e saídas de materiais (incluindo especificações e quantidades) ocorridos antes da data de início do estudo;
- Medição dos inventários dos sete tipos de materiais nas datas de início e fim do estudo;
- Controlo das entregas e saídas dos materiais no respectivo período (incluindo datas, especificações e quantidades);
- Observação da descarga, transporte e condições de armazenamento dos materiais em obra (incluindo dados qualitativos, descrição dos equipamentos e respectivos procedimentos);
- Observação dos processos de produção: incluindo a preparação e utilização dos materiais, as causas de corte e rejeição dos materiais e o procedimento de eliminação de resíduos;
- Medição das dimensões finais dos componentes da construção, onde estes materiais foram usados, tais como: paredes, lajes, vigas, pilares, entre outros.

A quantidade de desperdícios provenientes destes materiais foi calculada para dois períodos distintos: o período antes do início do estudo, com base nos registos e documentos fornecidos pela empresa, e no período do estudo com base na observação directa.

O desperdício foi definido como a diferença entre a quantidade de material efectivamente adquirido pela empresa, menos a quantidade de inventário existente em relação às quantidades de material usados que foram determinados pela avaliação do trabalho realizado (equação 1):

$$\text{Desperdicio (\%)} = \frac{[(M_{\text{adquirido}} - \text{Inv}) - M_{\text{real usado}}]}{M_{\text{real usado}}} \times 100 \quad (1)$$

Os resultados foram apresentados em tabela composta pela percentagem dos respectivos desperdícios em cada uma das cinco obras, a média total dos desperdícios e o desperdício nominal para cada material, ou seja, corresponde à percentagem dos desperdícios de cada material contabilizados à partida na orçamentação de cada obra.

A leitura destes dados indicou que os desperdícios destes materiais obtidos em cada uma das cinco obras, excedem em muito os valores nominais assumidos pelas empresas de construção na orçamentação. Obteve-se, assim, um valor estimado do custo dos resíduos em 8%

do custo total do projecto, considerando que o grupo destes sete materiais corresponde a aproximadamente 20% do custo total da construção.

Os resultados obtidos neste estudo foram ao encontro de um mesmo nível de grandeza de percentagem de desperdícios estimados por Pinto (1989).

Josephson e Saukkoriipi (2005), citado em Forsberg e Saukkoriipi (2007), realizaram um outro estudo na Suécia com o objectivo de detectar a quantidade de desperdícios existentes na construção. Foram analisadas quatro obras cuja recolha de dados foi efectuada com base na observação directa, análise de documentos fornecidos pela empresa, na realização de entrevistas e discussões em grupo. As conclusões do estudo, revelaram que a quantidade de desperdícios corresponde a 30-35% do custo total do projecto. Os resíduos identificados foram divididos em quatro grupos principais:

- **Defeitos e controlos:** Estes desperdícios correspondem a 10% do custo total do projecto e incluem os custos relativos a defeitos verificados, controlos efectuados, seguro de furto e destruição de propriedade.
- **Uso de recursos:** Estes desperdícios correspondem a mais de 10% do custo total do projecto e dizem respeito ao uso ineficiente de trabalho, máquinas e materiais.
- **Saúde e segurança:** Representam cerca de 12% do custo total do projecto e implicam os resíduos associados a acidentes de trabalho e doenças.
- **Sistemas e estruturas:** Correspondem a cerca de 5% do custo total do projecto e referem-se de forma geral aos desperdícios relacionados com burocracias que giram em torno de um projecto, tais como: planeamentos, orçamentações e outras grandes quantidades de documentos.

Como se pode verificar a partir destes estudos, os desperdícios em obra existem em grandes quantidades e representam uma elevada percentagem do custo total do projecto. É, portanto, necessário combater este excesso, uma vez que uma parte significativa da geração de desperdícios é causada pela indústria da construção civil, acabando por se traduzir em benefícios para as empresas de construção civil, que verão os seus custos diminuir tanto na aquisição de materiais virgens, como no serviço de recolha e eliminação de desperdícios (Bossink e Brouwers 1996).

A figura 2.1 que se segue, representa uma compilação dos desperdícios mais comuns em obra e que mais facilmente podem ser identificados e analisados:

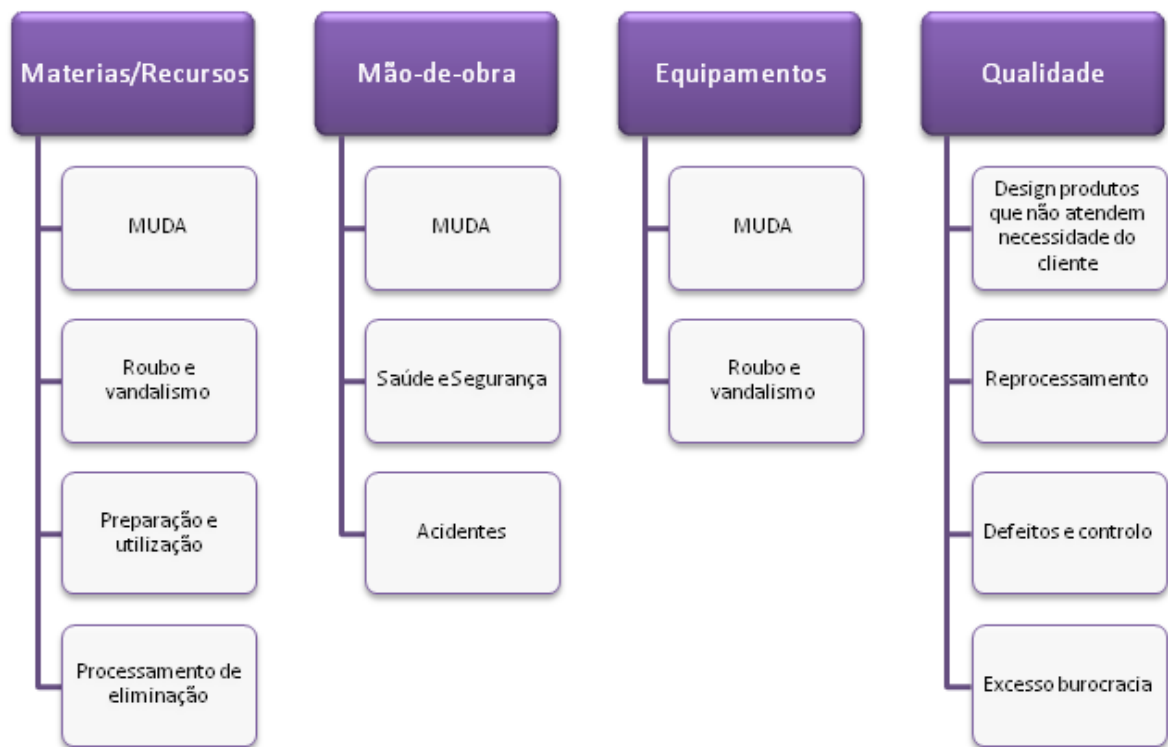


Figura 2.1- Desperdícios na construção

2.4. Definição e aplicação de ferramentas do princípio Enxuto

Aquando do desenvolvimento teórico da Mentalidade Enxuta, houve igualmente um desenvolvimento na parte prática da questão, ou seja, foram criadas, desenvolvidas e adaptadas uma série de técnicas de aplicação prática designadas de ferramentas Enxutas. Estas, são numerosas e têm como objectivo principal, procurar validar no terreno o que a teoria dita, ou seja, eliminar desperdícios e otimizar processos e recursos.

Womack e Jones (1996) descrevem no livro *“Lean Thinking”* cinco etapas que devem estar sempre presentes aquando da implementação das ferramentas Enxutas, de modo a que todas as etapas de um processo sejam etapas enxutas. As cinco etapas são, nomeadamente:

- **Especificar Valor:** É o primeiro passo essencial à aplicação dos conceitos e técnicas Enxutas. Identificar quais as verdadeiras necessidades do consumidor, entregando-lhe o produto específico que é substancial na mentalidade Enxuta. A situação corrente nas empresas é o de convencerem o consumidor a adquirir o que é produzido.
- **Identificar a Cadeia de Valor:** Uma vez o produto definido, é necessário identificar quais as etapas que adicionam valor ao processo, eliminando sempre que possível

as etapas que não acrescentam valor. A cadeia de valor deve ser analisada de forma global de modo a ter uma visão geral de todo o conjunto (Womack e Jones, 1996).

- **Criar Fluxo:** O objectivo é obter um procedimento contínuo, onde todas as etapas estejam interligadas criando fluxo no processo. Se o fluxo entre etapas for favorável, a velocidade de produção irá aumentar proporcionando uma entrega mais eficaz ao consumidor e facultando a hipótese de se produzir por previsão de encomendas em vez de se produzir após encomenda (Deffense, 2010).
- **Estabelecer Produção “Puxada”:** Uma vez o fluxo criado, cabe ao consumidor definir a próxima etapa, isto é, a de que a produção deve ocorrer apenas quando esta seja solicitada. Esta etapa permite a eliminação de inventários e facultar a produção pós-encomenda.
- **Procurar Perfeição:** Finalizada a aplicação das etapas atrás mencionadas, segue-se a etapa de melhorar todo o processo continuamente procurando a perfeição. Ingressa-se, assim, num processo cíclico ilustrado na figura 2.2.

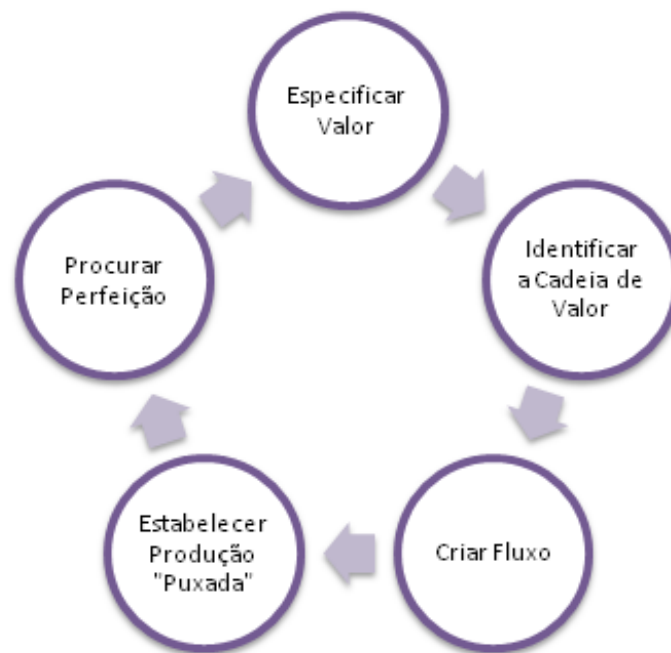


Figura 2.2: Processo cíclico da Mentalidade Enxuta

2.4.1. Mapeamento do fluxo de valor (MFV)

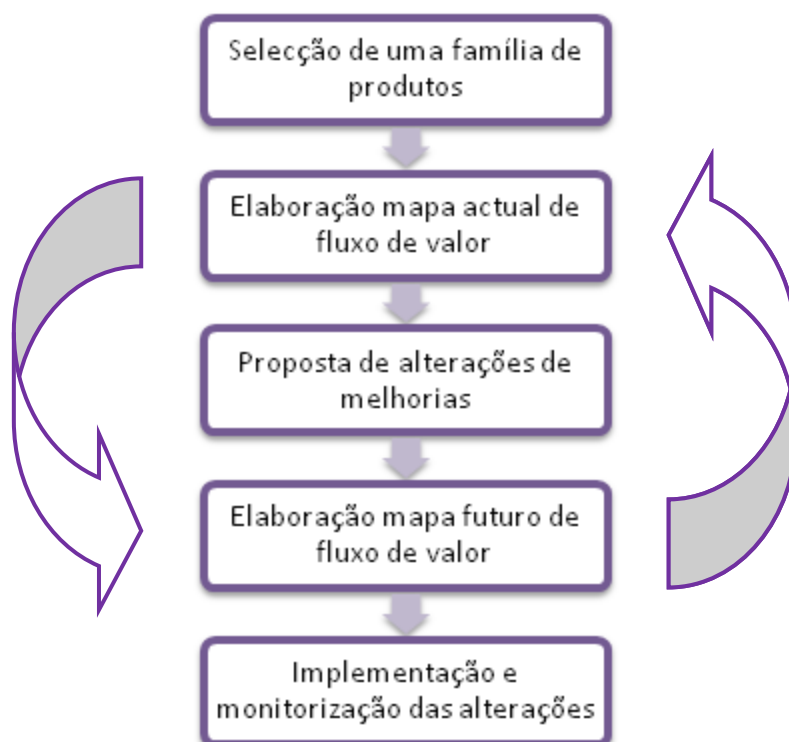
O MFV é uma ferramenta de comunicação, planeamento e de administração do fluxo de materiais e de informação, que estão envolvidas no processo desde a matéria-prima ao produto

final, permitindo assim analisar e eliminar as etapas que não agregam valor ao longo do percurso fornecedor/consumidor.

Esta ferramenta é de fácil compreensão e aplicação e que se cria com o apoio de papel e caneta através do uso de um conjunto de ícones padronizados apresentados por Rother e Shook (1998).

A sua implementação deve seguir uma sequência de etapas descritas da seguinte maneira (Queiroz *et al.*, 2009)(figura 2.3):

- Identificar uma família de produtos ou serviço;
- Desenhar o mapa actual de fluxo de valor, isto é, desenhar o fluxo de material e informação do trilha de produção do produto alvo;
- Identificar as fragilidades do processo e as etapas que criam desperdícios propondo as respectivas alterações de melhorias;
- Elaborar o mapa futuro de fluxo de valor segundo as propostas de melhoria, tornando-se assim a base para as mudanças necessárias.
- Implementar as propostas de melhoria, monitorizando as alterações e criando um novo mapa futuro de fluxo de valor, procurando assim a melhoria contínua.



2.4.2. 5S

A ferramenta 5S é um conjunto de técnicas de origem japonesa composta por cinco etapas que visam organizar e padronizar o ambiente de trabalho (figura 2.4). Estas cinco etapas ou sentidos transliterados do japonês iniciam-se com a letra “S”, dando origem ao termo 5S e definem-se da seguinte forma:

- **Sentido de utilização (SEIRI):** Distingue os materiais e ferramentas úteis e não úteis na área de trabalho, eliminando o desnecessário. Esta etapa leva a uma diminuição de obstáculos na área de trabalho.
- **Sentido de organização (SEITON):** Refere-se à organização dos materiais e ferramentas que ficam após a aplicação da etapa referida anteriormente. Esta organização visa a identificação e disposição de ferramentas, materiais e equipamentos em local correcto de forma a permitir um rápido e fácil acesso a eles. Esta etapa conduz a um maior fluxo de trabalho.
- **Sentido de limpeza (SEITO):** Consiste em manter a área de trabalho, superfícies e equipamentos limpos, verificando e restaurando o necessário. Deve ser um procedimento diário de forma a conseguir um ambiente de trabalho constantemente limpo e organizado. Esta etapa proporciona um aumento na produtividade.
- **Sentido de Padronização (SEIKETSU):** Procura definir procedimentos padrão que permitam manter o ambiente de trabalho sempre limpo e organizado, praticando continuamente as etapas anteriores.
- **Sentido de autodisciplina (SHITSUKE):** Tem como princípio desenvolver a autodisciplina mantendo todos os conceitos atrás definidos de uma forma contínua, melhorando a metodologia 5S no local de trabalho.



Figura 2.4: Metodologia 5S

2.4.3. *Just-in-Time* (JIT)

O JIT é o principal pilar do Sistema *Toyota* de Produção, pois permite uma produção de veículos com modelos e cores variadas, com um atraso mínimo. Esta ferramenta está relacionada com o sistema de produção “Puxada”, onde primeiramente o produto é vendido e só depois a matéria-prima é adquirida, para se proceder ao seu fabrico ou montagem. O princípio subjacente ao sistema JIT é o de produzir a quantidade exacta no momento certo, com o nível de qualidade adequado (Chan, 2001). É a ferramenta exemplar para combater um dos sete desperdícios *MUDA*: o excesso de stock.

No entanto, é apenas em empresas cujo produto tem uma procura relativamente constante que a sua aplicabilidade obtém maior rendimento (Deffense, 2010).

2.4.4. *Kanban*

É uma palavra japonesa cuja tradução é “registo ou cartão de sinalização” e a sua função principal, no sector industrial, é o de controlar os fluxos de produção. Esta ferramenta é usada essencialmente para controlo de stocks, encomendas e entregas de matéria-prima, controlando

a quantidade e o instante em que um novo pedido deve ser efectuado. O cartão de sinalização pode ser substituído por outro sistema de sinalização como luzes, caixas vazias ou mesmo locais vazios assinalados.

2.4.5. Last Planner e Percentagem de Planeamento Completo (PPC)

O *Last Planner* é uma ferramenta de controlo de produção em estaleiros de construção, desenvolvida mais detalhadamente pelos Professores e Engenheiros Ballard e Howell, nos Estados Unidos da América, no início dos anos 90.

Segundo Peneirol (2007), o *Last Planner* refere-se essencialmente ao planeamento e controlo a curto e médio prazo, cujo principal objectivo é o de “assegurar, através de diversos procedimentos e ferramentas, que todos os pré-requisitos e condicionamentos de uma actividade estão resolvidos quando a mesma se inicia, de forma a permitir que esta seja executada sem perturbações e completada de acordo com o planeado”.

Esta ferramenta implica a realização de um planeamento semanal das actividades a serem efectivamente executadas (Ballard, 2000) e acompanhadas por um índice designado de Percentagem de Planeamento Completo (PPC) que calcula a percentagem de actividades concluídas semanalmente, como demonstra a equação (2) (Ballard e Howell, 1998c):

$$PPC (\%) = \frac{\text{Quantidade de trabalho efectuado}}{\text{Quantidade de trabalho planeado}} \times 100 \quad (2)$$

Salienta-se para o facto de que o planeamento semanal não tem como objectivo único a concretização das actividades aí propostas, mas sim assegurar de que é efectivamente possível proceder-se ao seu inicio tendo em conta os seus pré-requisitos (Peneirol, 2007).

2.4.6. Mapa de Irregularidades

No seguimento da utilização da ferramenta anteriormente mencionada, Peneirol (2007) verificou que era necessário dar continuidade às informações retiradas do PPC, nomeadamente averiguar o porquê da não conclusão das actividades planeadas. Por conseguinte, sempre que uma actividade é classificada como “Não” concluída, a causa da falha é analisada e registada numa folha. Desta forma é possível ter-se um melhor controlo sobre o desenrolar das actividades e precaver ou corrigir nova ocorrência.

O Mapa de Irregularidades foi adaptado do “Mapa de Falhas”, designação esta atribuída por Mendonça (2008), sendo uma versão simplificada deste último. O Mapa de Irregularidades (quadro 2.2), indica o tipo de obra e a semana em que se efectuou esta avaliação, identificando ainda a actividade que não foi concluída, a falha detectada, as respectivas consequências e por fim a sugestão de resolução à falha detectada.

Quadro 2.2: Mapa de Irregularidades

Mapa de Irregularidades				
Obra:			Semana:	
Nº Actividade:	Designação:	Falha detectada:	Consequência:	Sugestão de resolução:

2.4.7. Relação Subempreitada

Nos últimos anos, a prática de subcontratação tem vindo a aumentar, sendo muitas vezes responsável por cerca de 90% do valor do projecto total (Hinze e Tracey, 1994, citado em: Biesek *et al.*, 2008). O aumento desta prática foi um factor extremamente importante para combater o problema da instabilidade na indústria da construção (Danty *et al.* 2001).

Uma vez que relações estreitas entre empresas podem melhorar o desempenho do processo construtivo, assim como eliminar desperdícios e diminuir esforços, a avaliação do desempenho das subempreitadas passou a ser uma variável importante de monitorizar (Vrijhoef e Koskela, 2001). Nestas avaliações é importante considerar o nível de relações que existe entre cliente e fornecedor. Tal é particularmente importante para as empresas que estabelecem relacionamentos de longo prazo com alguns fornecedores. A avaliação do desempenho pode, potencialmente, ter um papel importante na gestão das subempreitadas (Hinze e Tracey, 1994, citado em: Biesek *et al.*, 2008).

2.4.8. Kaizen

É uma palavra de origem japonesa cujo significado é o de “melhoria contínua”. É um processo cíclico (figura 2.5) que pode envolver pessoas, materiais ou equipamentos, e que procura melhorar o desempenho dos processos que envolvem todas as actividades. *Kaizen* é uma metodologia que procura alcançar a perfeição.

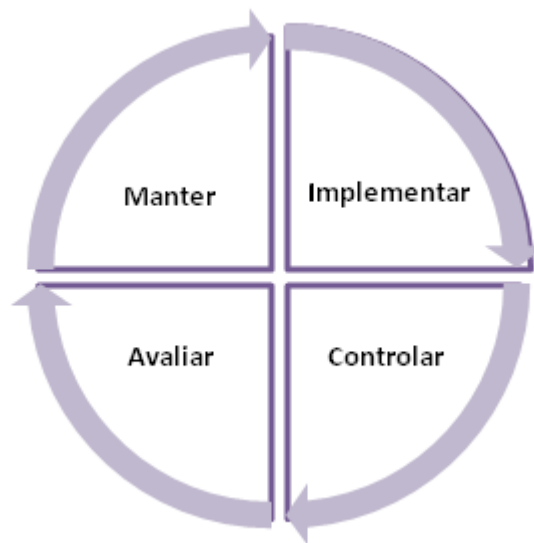


Figura 2.5: Ciclo Kaizen

2.5. Conceito e definição de desenvolvimento sustentável

Desenvolvimento sustentável é o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atingirem as suas próprias necessidades” (UN, 1987). Esta foi a primeira definição do conceito de desenvolvimento sustentável e foi apresentado pela Comissão Mundial do Ambiente e do Desenvolvimento no relatório de *Brundtland* (1987), intitulado de “O nosso futuro comum”. Este relatório foca ainda a incompatibilidade que existe entre o crescimento económico e o desenvolvimento sustentável, chamando a atenção para a necessidade de integrar considerações económicas e ecológicas aquando da tomada de decisões.

De modo a dar continuidade ao estabelecimento de princípios internacionais e nacionais de desenvolvimento sustentável, em 1992 no Rio de Janeiro, realizou-se a “Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento”. Desta conferência resultou a elaboração de um documento designado de AGENDA 21, adoptado por 178 países. Cada país desenvolve a sua AGENDA 21 onde se compromete a reflectir, global e localmente, sobre a forma pela qual governos, empresas e organizações não-governamentais (ONG) e todos os sectores da sociedade poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas sócio-ambientais.

Segundo a AGENDA 21 (1992) “O desenvolvimento sustentável exige assumir perspectivas de longo prazo, integrando os efeitos locais e regionais da mudança global no processo de desenvolvimento, e usando os melhores conhecimentos científicos e tradicionais disponíveis” e portanto “o conhecimento científico deve ser aplicado para articular e apoiar as metas de

desenvolvimento sustentável, através de estudos científicos sobre as condições actuais e perspectivas futuras do sistema Terra”.

Foi por esta altura, que as preocupações ambientais passaram a focar-se mais na prevenção da poluição do que apenas no seu controlo, tendo sido adoptadas novas estratégias quanto à redução da poluição na fonte, tais como o uso de técnicas alternativas ou alteração do processo de produção.

Neste seguimento, começou a surgir o conceito de *Triple Bottom Line* (TBL) (uma evolução do conceito base do desenvolvimento sustentável) cobrindo três áreas: ambiental, económica e social. O TBL separa assim as questões do desenvolvimento entre factores sociais e económicos, que no conceito de desenvolvimento sustentável eram considerados como um só, enfatizando que “os ganhos materiais não são suficientes para manter o bem-estar humano” (Gibson, 2001). Ainda, segundo este autor, “A sustentabilidade surgiu como três coisas: uma crítica, um conjunto de princípios implicando objectivos positivos e um foco de estratégias de mudança”.

Existem portanto várias interpretações do conceito sustentabilidade que aos olhos de uns assenta não em dois nem em três pilares, mas sim em cinco, nomeadamente: ambiental, económico, social, cultural e político. Para outros o bem-estar humano e a qualidade de vida têm de ser igualmente contabilizados. Um outro exemplo é a interpretação de Kerk e Manuel (2008) designada por “Definição de *Brundtland* +” e que não passa de uma extensão da definição original de *Brundtland*, segundo a qual:

“Uma sociedade sustentável é uma sociedade:

- Que satisfaz as necessidades da geração presente;
- Que não compromete a capacidade das gerações futuras de conseguirem satisfazer as suas necessidades;
- Em que cada ser humano tem a oportunidade de se desenvolver em liberdade numa sociedade equilibrada e em harmonia com a envolvente”.

2.6. Avaliação da Sustentabilidade

“Indicadores de desenvolvimento sustentável devem ser desenvolvidos para proporcionar bases sólidas para a tomada de decisões em todos os níveis e contribuir para uma sustentabilidade de auto-regulação do meio ambiente e sistemas integrados de desenvolvimento” (AGENDA 21, 1992). Foi aquando da realização deste documento que surgiu, pela primeira vez, a necessidade de desenvolver e usar indicadores de sustentabilidade.

Com o intuito de satisfazer essa necessidade, começaram a investigar-se novos indicadores que complementassem os barómetros tradicionais do desenvolvimento, que tinham por base, sobretudo, a economia. Os indicadores de desenvolvimento sustentável foram concebidos para recolher, processar e utilizar informação, com o objectivo de permitir tomar melhores decisões, levar a escolhas políticas mais inteligentes, medir o progresso e monitorizar os resultados. Em suma, garantir que de facto o desenvolvimento é sustentável (Wilson *et al.*, 2006).

A partir desse momento, um leque de metodologias para indicadores e índices de desenvolvimento sustentável surgiram, permitindo quantificar aspectos ambientais, sociais e económicos tendo em conta as actividades humanas. Para tal, foi necessário definir diversas métricas para responder aos diferentes propósitos e perspectivas. Esta panóplia de métricas, índices e indicadores, levantou um debate sobre quais os mais adequados para a medição do desenvolvimento sustentável. Segundo Nourry (2007), nenhuma medida faz um trabalho perfeito que reflecta o desenvolvimento sustentável por si só. Portanto, é necessário olhar para os diferentes indicadores de desenvolvimento e sustentabilidade, para apresentar uma melhor avaliação do desenvolvimento sustentável de um país.

2.6.1. Índices de avaliação da sustentabilidade

Devido ao grande número de índices de medição de sustentabilidade, como foi anteriormente referido, serão aqui mencionados apenas três índices que representam o desempenho sustentável de um país. O primeiro diz respeito à caracterização dos países a nível mundial, o segundo a nível europeu e o terceiro referente a Portugal.

2.6.1.1. Indicadores de monitorização dos Objectivos de Desenvolvimento do Milénio (*Millenium Development Goals Indicators – MDGI*)

O MDG foi oficialmente estabelecido em Setembro de 2000 na sede das Nações Unidas de Nova Iorque, onde os líderes de 189 países adoptaram a Declaração do Milénio das Nações Unidas comprometendo-se a colaborar numa parceria global com o objectivo de reduzir a pobreza extrema até ao ano de 2015. Foram assim destacados desta declaração oito MDGs que estabelecem um plano de desenvolvimento e de metas obrigatórias, pelos quais o progresso pode ser medido para todos os países.

As oito MDGs a serem alcançadas até 2015 são:

1. Acabar com a pobreza e a fome;
2. Educação Universal;
3. Equidade dos géneros;
4. Saúde nas crianças;
5. Saúde materna;
6. Combate à SIDA/HIV;
7. Sustentabilidade Ambiental;
8. Parceria Global.

Estes oito Objectivos do Milénio representam a lista de indicadores, sendo que em cada um destes objectivos se encontram as metas a alcançar (que podem ser uma ou mais, dependendo do objectivo). Existem 21 metas distribuídas pelos oito objectivos e a cada uma dessas metas corresponde um número de indicadores que dependem da sua complexidade, sendo que no total se consideram 60 indicadores. Nesta série de indicadores são contemplados aspectos ambientais, sociais/institucionais e económicos, incluindo o PIB (Millennium Development Goals Indicators, s/d).

Estes indicadores são publicados anualmente em relatórios apresentados pelo secretário-geral das Nações Unidas, onde se apresenta resumidamente o progresso realizado relativamente às metas propostas (Goossens *et al.*, 2007).

Não obstante, estes indicadores apresentam algumas dificuldades e limitações, nomeadamente (Goossens *et al.*, 2007):

- Os MDGs tendem a ser muito gerais: as responsabilidades não são atribuídas de forma clara aos diferentes países, não são definidos os objectivos a serem atingidos nem de quem é a responsabilidade pelas acções;
- Partindo do pressuposto de que os objectivos serão alcançados, deixa em aberto o risco de disparidades nacionais e regionais. Há um forte enfoque sobre os problemas existentes em países em desenvolvimento;
- Os MDGs estão limitados temporalmente (2000-2015). Os dados levantados não poderão ser comparados com dados anteriores nem com dados posteriores a 2015.

2.6.1.2. Série de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável da União Europeia (*EU set of Sustainable Development Indicators - EU-SDIs*)

Em 1996 foi proposto pela Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (UNCSD – *United Nations Commission on Sustainable Development*), uma lista de indicadores relacionados com os capítulos temáticos da AGENDA 21, por forma a que fossem testados, desenvolvidos e utilizados pelos governos. Na fase de testes internacionais houve uma grande contribuição por parte do Eurostat (Gabinete de Estatísticas da Comissão Europeia). Este viria a ser o responsável por desenvolver indicadores de desenvolvimento sustentável capazes de medir o respectivo progresso, após a adopção da Estratégia Europeia para o Desenvolvimento Sustentável em Gotemburgo em Junho de 2001. Assim, em Fevereiro de 2005, a Comissão aprovou um primeiro conjunto de 155 indicadores, dos quais 98 compuseram a base do primeiro relatório de monitorização publicado pelo Eurostat, em Dezembro de 2005 – “*Measuring progress towards a more sustainable Europe*”. Após a publicação deste relatório, formou-se um grupo de trabalho composto por representantes políticos e estatísticos a nível nacional e europeu, com o objectivo de dar seguimento ao desenvolvimento dos indicadores de desenvolvimento sustentável (SDIs). Por fim, em 2007, após a renovação da Estratégia Europeia para o Desenvolvimento Sustentável, verificou-se a necessidade de rever a lista de indicadores e de readaptá-la considerando os desenvolvimentos estatísticos mais recentes. Esta revisão foi realizada pela Comissão Europeia em colaboração com o grupo de trabalho de SDIs (Leroux *et al.*, 2007).

Os SDIs dividem-se em 10 temas que reflectem sete desafios substanciais da Estratégia, sendo eles:

1. Desenvolvimento socioeconómico;
2. Consumo e produção sustentável;
3. Inclusão social;
4. Alterações demográficas;
5. Saúde pública;
6. Alterações climáticas e energia;
7. Transportes sustentáveis;
8. Recursos naturais;
9. Parcerias globais;
10. Bom governo das sociedades.

Estes temas encontram-se divididos em 21 subtemas organizados de forma a exprimir os objectivos operacionais e as acções da Estratégia de Desenvolvimento Sustentável (Leroux *et al.*, 2007).

Estes indicadores são publicados de 2 em 2 anos em relatórios redigidos pelo Eurostat (Gama, 2010).

A utilização destes indicadores apresenta igualmente algumas limitações, nomeadamente (Goossens *et al.*, 2007):

- Por possuírem mais de 150 indicadores torna-se difícil obter uma visão geral;
- Como o PIB *per capita* é aceite como um dos principais indicadores, os seus defeitos são reportados ao SDI.

2.6.1.3. Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) – Documento Nacional Estratégico

Em Portugal, à semelhança do que se passou no resto do mundo, surgiu a necessidade de desenvolver um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) com capacidade de avaliar o progresso do país em termos de sustentabilidade, permitindo estabelecer ligação com os principais níveis de decisão estratégia – políticas, planos e programas – de âmbito nacional, regional e sectorial (Marcelino *et al.*, 2007).

Em 2000, foi publicada a primeira edição formal do SIDS nacional (“Proposta para Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável”, DGA, 2000) como resultado dos trabalhos iniciados em 1997. Portugal apresentou então uma plataforma de indicadores ambientais, sociais, económicos e institucionais consolidados pelo modelo Pressão-Estado-Resposta (Marcelino *et al.*, 2007). Esta publicação foi alvo de uma revisão iniciada, em 2005, que incidiu essencialmente na análise e consolidação da metodologia anteriormente adoptada e na avaliação e consolidação dos indicadores que compõem o sistema.

O objectivo primordial do SIDS Portugal é o de avaliar e relatar a evolução dos níveis de sustentabilidade do país. Procura também melhorar a gestão do desempenho ambiental, económico, social e institucional e ainda pretende tornar mais eficientes os processos de sistematização e troca de informação sobre ambiente e desenvolvimento sustentável (Marcelino *et al.*, 2007).

Marcelino *et al.* (2007) enumeram além disso uma série de objectivos específicos deste instrumento, tais como elaborar uma base alargada de indicadores de desenvolvimento

sustentável, promover o SIDS como um instrumento de apoio à decisão, avaliar a integração ambiental nos diversos sectores de actividade económica, entre outros.

Assim, o SIDS é composto por quatro grupos:

- Grupo I: Indicadores – base;
- Grupo II: Indicadores – chave;
- Grupo III: Indicadores – regionalizáveis;
- Grupo IV: Indicadores – sectorializáveis.

Seguindo a experiência internacional, em que os indicadores-base não devem exceder os 150 indicadores e os subdomínios se devem encontrar entre os 10 e 30 indicadores, o Grupo I é composto por 118 indicadores, e os restantes grupos que correspondem a um subdomínio restrito do Grupo I são compostos por 30 indicadores (Marcelino *et al.*, 2007).

No quadro 2.3 é apresentado um resumo da informação concernente os três indicadores descritos neste capítulo.

Quadro 2.3: Quadro resumo dos indicadores de desenvolvimento sustentável

Designação	MDGI	EU-SDIs	SIDS - Portugal
Origem	2000	2005	2000
Autor	Nações Unidas	Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável	Agência Portuguesa do Ambiente
Objectivos	Reduzir a pobreza extrema até 2015	Aprovação e desenvolvimento de 155 Indicadores de Desenvolvimento Sustentável	Avaliar e relatar a evolução dos níveis de sustentabilidade do país
Observações	É constituído por 60 indicadores que contemplam aspectos sociais/institucionais, ambientais e económicos	Primeiro relatório de monitorização publicado, composto por 98 indicadores; Formação de um grupo de trabalho composto por políticos e estatísticos com o intuito de desenvolver estes indicadores.	Procura melhorar a gestão do desempenho ambiental, social/institucional e económico; É composto por 118 indicadores principais

2.7. Sustentabilidade no sector empresarial

Até ao momento foi referida a importância da implementação do conceito sustentabilidade no seio de um país, o quão importante é avaliar e quantificar o seu progresso face ao desenvolvimento sustentável estipulado. Acordos e tratados foram realizados,

indicadores foram desenvolvidos e aplicados e foram surgindo os primeiros resultados, mas todos eles dizem respeito apenas à avaliação do desempenho de um país.

O sector industrial aderiu ao conceito de desenvolvimento sustentável, encarando-o não como uma obrigação mas sim como uma estratégia empresarial, uma vez que se iniciou uma tendência mundial dos investidores em solicitarem empresas socialmente responsáveis, sustentáveis e rentáveis para aplicar os seus recursos (Índice de sustentabilidade Empresarial - ISE, s/d.) Isto leva as empresas a passarem a utilizar todas as ferramentas disponíveis por forma a ganharem vantagem sobre os seus concorrentes e obter margens de lucro maiores (Cepinha, 2007). Esta competitividade nas empresas passa a estar dependente da capacidade das organizações gerirem os aspectos não financeiros da sua actividade – internos e externos. Hoje em dia, esta gestão implica medir novos aspectos. Para as empresas que ambicionam estar no mercado a longo prazo, torna-se numa condição necessária a avaliação desses aspectos (Dias, 2011).

Deste modo, começaram a surgir empresas de consultoria na área da sustentabilidade, cujos serviços são essencialmente o de fornecer direcções na implementação de uma estratégia de sustentabilidade e ajudar as empresas a tomarem decisões socialmente responsáveis.

Um exemplo destas empresas é a *SustainAbility* que foi fundada em 1987 no mesmo ano em que foi definido pela primeira vez o conceito de desenvolvimento sustentável no relatório de *Brundtland*. Os seus serviços incluem ajudar as empresas a antecipar o futuro, desenvolver respostas estratégicas, agir e incorporar essas respostas e avaliar o progresso (sustainability s/d.).

Como esta, existem muitas outras como a *CSRNetwork* ou a *Global Reporting Initiative* (GRI) ou ainda a *United Nations Environment Programme – Financial Initiative* (UNEP-FI) cujos serviços são em tudo semelhantes, nomeadamente o de identificar, promover e adoptar as melhores práticas sustentáveis em relatórios de sustentabilidade, de modo a tornar as empresas mais competitivas, a tomarem decisões sociais de forma responsável e atenderem às necessidades dos *stakeholders*.

Existem, igualmente, normas internacionais estandardizadas adoptadas por inúmeras empresas que lhes conferem credibilidade perante os *stakeholders*. As mais populares são as designadas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004.

A primeira diz respeito à gestão de qualidade e para ser implementada na empresa esta terá de garantir que cumpre dois requisitos:

- Tem de demonstrar a sua habilidade em fornecer produtos que atendam às necessidades do cliente;
- Tem como objectivo aumentar a satisfação do cliente através da aplicação eficaz do sistema, incluindo processos de melhoria contínua do sistema e a garantia de conformidade com o cliente.

A segunda diz respeito à gestão ambiental que é aplicável a qualquer empresa que deseje estabelecer, implementar, manter e aprimorar um sistema de gestão ambiental. Para assegurar que possui a conformidade segundo esta norma pode:

- Fazer uma auto-determinação e auto-declaração, ou
- Buscar confirmação da sua conformidade por partes interessadas na empresa, como cliente, ou
- Buscar confirmação da sua auto-declaração por uma parte externa à empresa, ou
- Buscar certificação/registo do seu sistema de gestão ambiental por uma empresa externa.

2.7.1. Métricas de medição de sustentabilidade no sector empresarial

Segundo Cepinha (2007), “Todas as empresas, independentemente do sector em que operam, têm um papel (moral) fundamental no sentido de contribuir para o desenvolvimento sustentável do planeta, pelo que será necessário incorporar o conceito de sustentabilidade nos sistemas de planeamento e gestão corporativos”.

Tal como o desenvolvimento sustentável assenta no princípio do TBL, ou seja, abrange três princípios básicos: equilíbrio ambiental, crescimento económico e equidade social, a sustentabilidade empresarial terá de incluir igualmente estas três variáveis no seu planeamento.

Uma vez que o crescimento económico é obrigatório na competitividade empresarial, conclui-se que a sustentabilidade empresarial vai depender da sua competitividade económica em relação com o meio ambiente e responsabilidade social (Cepinha, 2007).

No entanto, para comprovar, de alguma forma, que uma empresa adapta estes três princípios no seu planeamento, variáveis têm de ser medidas e os seus resultados comparados. Estes irão colocar a empresa numa posição de vantagem relativamente a outra face ao mercado e aos seus *stakeholders*. Tal como houve uma necessidade de avaliar o desempenho de um país face ao desempenho sustentável através de indicadores de sustentabilidade, houve igualmente

uma necessidade de procurar associar o desempenho sustentável a um aumento de valor das empresas.

Fruto desta procura, foi o desenvolvimento em 1999, do índice bolsista *Dow Jones Sustainability Group Index* (DJSI). Este foi a primeira referência mundial a acompanhar imparcialmente o desempenho financeiro dos líderes em sustentabilidade numa escala mundial. Em 2010 foi lançado este mesmo índice mas a nível europeu (*Dow Jones Sustainability Group Index, s/d*). A família DJSI tem uma abordagem de *best-in-class* que inclui todos os líderes de sustentabilidade do universo de investimento de cada indústria. O DJSI está classificado em 57 sectores onde as empresas são avaliadas de acordo com critérios gerais específicos do sector. São então comparados com os seus pares e classificados respectivamente. As empresas que liderarem a classificação serão incluídas no DJSI. O DJSI sofre uma revisão anual (*Dow Jones Sustainability Group Index, s/d*).

Nesse mesmo ano, foi desenvolvido um outro índice associado à sustentabilidade designado de FTSE4Good. Este índice foi desenvolvido pelo FTSE, uma empresa independente detida em conjunto pelo *Financial Times* e a *London Stock Exchange* e que desenvolve índices utilizados por uma vasta gama de investidores a uma escala mundial, influenciando decisões de investimento e definindo como é que as empresas são avaliadas (FTSE - The Index Company, s/d).

Em resposta ao aumento da procura por um Investimento Socialmente Responsável (SRI – *Socially Responsible Investment*) por parte dos investidores, o FTSE lançou o índice FTSE4Good com a finalidade de reflectir o desempenho de acções socialmente responsáveis e facilitar o investimento nessas empresas. O FTSE4Good selecciona as empresas com base em critérios sociais e ambientais divididos em cinco categorias: sustentabilidade ambiental, direitos humanos, combate ao suborno, normas de trabalho e alterações climáticas (FTSE - The Index Company, s/d).

No seguimento destes índices surgem outros como a *Accountability Rating* em 2004 e em 2008 o Índice Sustentabilidade Empresarial no Brasil, tendo todos o mesmo objectivo, o de classificar o desempenho sustentável de uma empresa promovendo o investimento junto aos *stakeholders*. Cada índice adopta as suas métricas e os seus métodos de classificação das empresas, sendo possível apenas comparar empresas cotadas com o mesmo índice.

A nível nacional temos o exemplo da consultora SUSTENTARE criada em 2004, que recentemente desenvolveu o Índice de Sustentabilidade (IS). Este índice surge como uma ferramenta de gestão. Permite às empresas conhecerem o seu nível de desempenho ambiental

enquanto organização, nas unidades de negócio ou de um projecto em concreto. O IS está dividido em três categorias: ambiental, social e económica. Apresenta a vantagem de se adaptar facilmente ao modelo de negócio de uma empresa, seleccionando os indicadores mais apropriados de acordo com o negócio. Os resultados que daí advenham, permitem à empresa desenvolver um plano de sustentabilidade anual (onde objectivos e acções são definidos) e ainda divulgar aos seus *stakeholders* informação relevante que os permita efectuar uma avaliação mais rápida e objectiva da empresa (SUSTENTARE consulting, s/d).

No quadro 2.4 é apresentado um resumo da informação respectiva aos três indicadores abordados neste capítulo.

Quadro 2.4: Quadro resumo dos indicadores de sustentabilidade empresariais

Designação	DJSI	FTSE4Good	IS
Origem	1999	1999	2004
Autor	Dow Jones Indexes	Financial Times & London Stock Exchange	SUSTENTARE consulting
Objectivos	Classificar e avaliar o desempenho sustentável das empresas	Reflectir o desempenho de acções socialmente responsáveis e facilitar o investimento nessas empresas	Permitir às empresas de conhecerem o seu nível de desempenho ambiental
Observações	Primeira referência mundial a acompanhar o desempenho financeiro dos líderes em sustentabilidade; A abordagem é de <i>best-in-class</i> , os melhores classificados são incluídos no DJSI	Selecciona as empresas com base em critérios sociais e ambientais, divididos em 5 categorias: sustentabilidade ambiental, direitos humanos, combate ao suborno, normas de trabalho e alterações climáticas	Divide-se em três categorias: social, ambiental e económico; Vantagem em adaptar-se ao modelo de negócio da empresa; Permite à empresa desenvolver um plano de sustentabilidade anual

2.7.2. Índice de Sustentabilidade em Obra (ISO) da Soares da Costa

O Governo Português assumiu internacionalmente um compromisso em 2006 quando aprovou a Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável (ENDS). Este insere-se numa iniciativa global iniciada na Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento (CNUAD) que teve lugar no Rio de Janeiro em 1992. O objectivo principal da ENDS é “Retomar uma trajectória de crescimento sustentado que torne Portugal, no horizonte de 2015, num dos países mais competitivos e atractivos da União Europeia, num quadro de elevado nível de desenvolvimento económico, social e ambiental e de responsabilidade” (Presidência do Conselho de Ministros, Resolução nº109/2007).

O sector empresarial é visto, nesta estratégia, como um mecanismo de promoção da responsabilidade social e ambiental, através do desenvolvimento de tecnologias, certificação, voluntariado e formação contínua dos seus trabalhadores (Cepinha *et al.*, 2007).

O sector da construção não fica indiferente a esta evolução sustentável e tal como o restante sector industrial, procura implementar e desenvolver ferramentas que possam avaliar o seu desempenho em termos de sustentabilidade empresarial.

Um exemplo desta evolução no sector da construção é a empresa Soares da Costa, que desde 2008 tem vindo a desenvolver e a implementar uma ferramenta que monitoriza o desempenho sustentável das suas obras designada de Índice de Sustentabilidade em Obra (ISO). Esta ferramenta foi elaborada por uma equipa composta por vários elementos, com diversas funções na empresa, com o objectivo de (Soares da Costa, 2010a):

- Monitorizar impactes e o respectivo desempenho integrado do Grupo SDC;
- Minimizar impactes negativos que resultam da actividade Económica, Social e Ambiental;
- Transformar boas práticas...Em práticas comuns;
- Eliminar situações de gestão menos sustentável.

Este indicador tem em conta a base do TBL, logo está dividido em três indicadores, nomeadamente em: Desempenho Ambiental, Sistemas de Gestão e em Economia e Cadeia de Valor. Estes são medidos considerando alguns aspectos, como é demonstrado na figura 2.6.

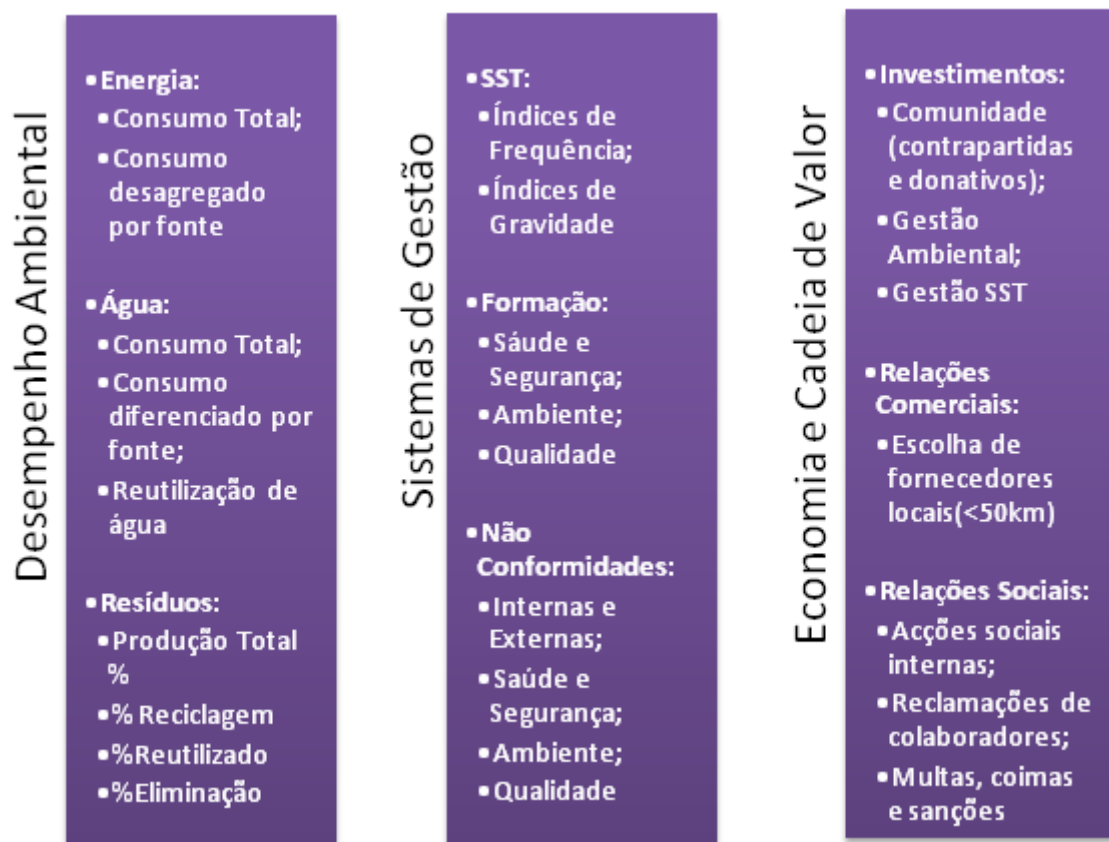


Figura 2.6: Indicadores do ISO (adaptado de Soares da Costa, 2010)

Os valores resultantes destes indicadores serão analisados constituindo uma base de comparação para a análise de outros projectos. Com base numa análise de um conjunto de obras (obras de referência), obtém-se um valor médio por tipologia de obra designado por Índice de Sustentabilidade em Obra de Referência (ISO_{Ref}). Um ISO_x será obtido para cada obra passando a ser um valor comparativo em avaliação face ao ISO_{Ref} dessa tipologia de obra. A análise poderá ser feita por tipo de actividade, por tipologia de obra, por tipo de projecto e por empresa (CLEAR, Contacto, SCSC). Deste modo, as obras que obtiverem um valor de ISO acima do ISO_{Ref} representam obras com um bom desempenho (Soares da Costa, 2010).

Actualmente, o ISO está a ser implementado, a nível nacional, nas duas empresas de construção do Grupo SDC (CLEAR e Contacto) e numa empresa de especialidades ligadas à construção (CLEAR – Instalações Electromecânicas).

2.8. Analogia entre Construção Enxuta e Sustentabilidade

Se pela positiva, o sector da construção é um dos mais vastos e importantes sectores industriais, pela negativa, é um dos mais poluentes (Horvath, 2004, citado em: Bae e Kim, 2007). Portanto, a indústria da construção tem um grande potencial para a promoção do desenvolvimento sustentável. E uma das abordagens possíveis a essa promoção é a aplicação do princípio da Construção Enxuta através da introdução das questões sociais e ambientais como novos valores para atingir ao invés de focar apenas os benefícios acidentais da Construção Enxuta no meio ambiente (Bae e Kim, 2007).

Deste modo, levanta-se a questão: Poderá o princípio Enxuto contribuir para a sustentabilidade?

Estudos foram realizados por diversos autores, com diversas metodologias, apresentando resultados igualmente diferentes. Por um lado, segundo Koskela e Huovila (1998) os princípios da Construção Enxuta convergem para os objectivos da sustentabilidade (figura 2.7). Os benefícios ambientais aumentam através da eliminação de desperdícios, da prevenção de poluição e do aumento de valor ao cliente.

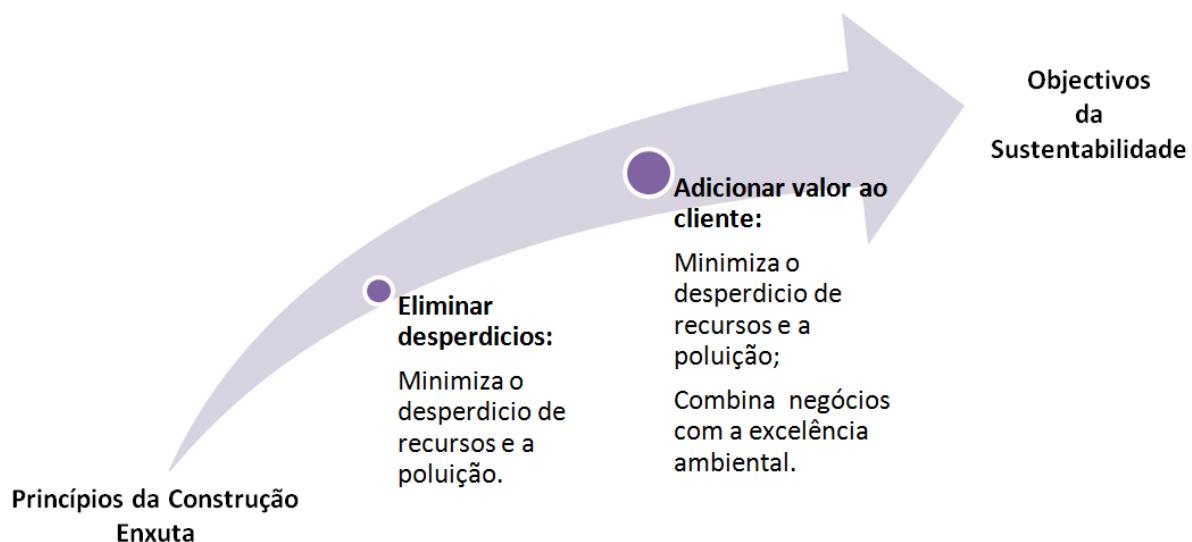


Figura 2.7: Princípios da Construção Enxuta face aos objectivos da Sustentabilidade

Por outro lado, Helper e Clifford (1997) realizaram um estudo nos Estados Unidos da América onde foram avaliadas as práticas de produção e as práticas de sustentabilidade existentes em 30 empresas, por via de inquéritos. Este estudo revelou não haver uma relação apreciável entre a Construção Enxuta e a sustentabilidade. Neste seguimento, alguns estudos

demonstraram, inclusive, que o princípio Enxuto acusa ter impactos negativos no desempenho ambiental (Cusumano, 1994 e Rothenberg *et al.*, 2001, citados em: Bae e Kim, 2007).

Uma vez que a principal finalidade do método Enxuto é o de oferecer valor ao cliente, ao invés de reduzir o impacto ambiental, este método nem sempre pode garantir um impacto ambiental positivo. Logo, o Princípio Enxuto poderá contribuir para a sustentabilidade, mas apenas se o cliente der valor à sustentabilidade (Bae e Kim, 2007). A questão que se coloca agora é, quem é o cliente e que valores defende? Uma das respostas a esta questão é dada pelos autores Huovila e Koskela (1998), que identificaram alguns clientes e os valores para eles relevantes num projecto, exposto na figura 2.8.



Figura 2.8: Classificação dos valores de diferentes clientes para um projecto (Adaptado de Huovila e Koskela, 1998)

Os autores Upadhye *et al.* (2010) defendem que a chave para alcançar o desenvolvimento sustentável reside na satisfação do cliente, através do aumento da qualidade, da redução de custos, da redução do tempo de entrega e ainda numa comunicação adequada. Reforçam esta ideia afirmando que no presente cenário global de competição empresarial, a satisfação do cliente a preços competitivos, com uma qualidade superior e um tempo de entrega *record* irá conduzir a empresa à liderança perante os seus concorrentes. Esta vantagem competitiva, numa base contínua, irá proporcionar uma plataforma para o desenvolvimento sustentável. Assim, o

princípio Enxuto fornece uma estratégia competitiva para alcançar o desenvolvimento sustentável.

No entanto, a maioria das pesquisas efectuadas concentram-se nos métodos da Construção Enxuta como um meio de reduzir os custos iniciais e eliminar desperdícios, ao invés de aumentar o desempenho ambiental num projecto (Degani e Cardoso, 2002). O que levantou a questão para o como atingir benefícios ambientais sem aumento de custos (Bae e Kim, 2007).

Na indústria da construção são poucas as ferramentas de medição que existem para ligar directamente o esforço Enxuto com resultados ‘verdes’, visto ser complicado medir os impactos de sustentabilidade derivados da implementação do princípio Enxuto (Bae e Kim, 2007). Segundo Kwong (2004), citado em: Bae e Kim (2007), “O desafio de medir a sustentabilidade é que esta não é muito quantificável”. Não obstante, os autores Bae e Kim (2007) conseguiram estabelecer algumas relações entre os métodos da Construção Enxuta e o TBL do desenvolvimento sustentável. A figura 2.9 apresenta os potenciais contributos de cada ferramenta para o desenvolvimento sustentável identificados por estes autores.

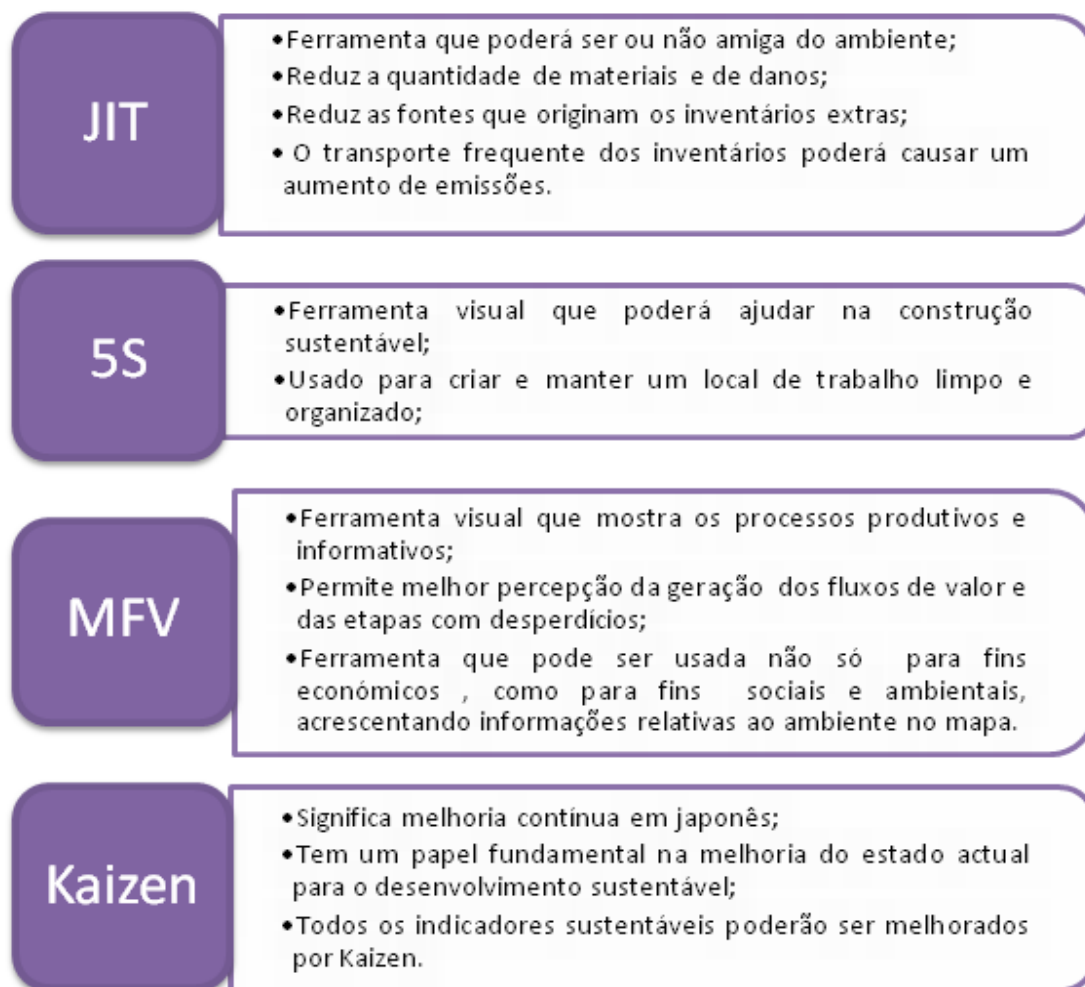


Figura 2.9: Potenciais contributos de ferramentas Enxutas no desenvolvimento sustentável

Os autores efectuaram ainda as relações existentes entre estas ferramentas e cada uma das categorias do TBL, apresentadas no quadro 2.5.

Quadro 2.5: Relação entre ferramentas enxutas e categorias TBL (Adaptado de Bae e Kim, 2007)

Fases do projecto Enxuto	Ferramentas	Categorias do TBL		
		Económico	Social	Ambiental
Fornecimento Enxuto	JIT	O	-	O/X
Processo de entrega	5S	O	O	O
	MFV	O	O	O
	<i>Kaizen</i>	O	O	O
O: Impactos positivos; X: Impactos negativos; O/X: Ambos impactos positivos e negativos; - : Sem impactos				

Desta forma, os principais impactos do uso de métodos da Construção Enxuta para fins da sustentabilidade são classificados da seguinte forma:

- **Perspectiva económica:** possível redução de custos, poupança de recursos, custos de operações reduzidas e elevada capacidade de performance;
- **Perspectiva social:** local de trabalho mais seguro, saúde dos trabalhadores, bem-estar da comunidade, lealdade perante os fornecedores e melhoramento da imagem externa;
- **Perspectiva ambiental:** redução do esgotamento de recursos, prevenção de poluição através da eliminação de desperdícios e preservação de recursos.

3. Metodologia de recolha e análise de dados e descrição do caso de estudo

3.1. Introdução

O presente trabalho tem por objectivo determinar se existe uma relação entre a filosofia Enxuta e a Sustentabilidade e determinar quais os impactos que resultam dessa relação. Para o efeito, desenvolveu-se o trabalho de investigação em parceria com a empresa responsável pelo desenvolvimento do ISO, a Soares da Costa Construções, S.A.

O estudo foi realizado numa obra em Cascais, mais precisamente na Cidadela de Cascais. Esta obra consiste na construção de uma Pousada de Portugal inserida na Cidadela, cujos trabalhos são em parte do âmbito da reabilitação e em parte do âmbito da construção nova.

O levantamento de dados teve por base a análise documental, observação directa, reuniões em obra e reuniões nos escritórios da SDC, em Lisboa, com recurso a um guião de entrevistas. Presenciou-se, igualmente, um seminário sobre o tema “Métricas de sustentabilidade” com o intuito de compreender o contexto de sustentabilidade empresarial.

Com base na análise documental, observação directa e reuniões em obra, foi possível caracterizar a obra, o seu funcionamento geral e observar os vários tipos de trabalhos em curso nas várias frentes de obra. As reuniões realizadas nos escritórios da SDC permitiram, por um lado, adquirir mais conhecimento e informações sobre o funcionamento do ISO e por outro, através do recurso a um guião de entrevistas, averiguar as práticas comuns da empresa nas obras.

O guião de entrevistas é composto por três partes. A primeira consiste no levantamento de informações gerais a respeito das obras em geral da SDC. A segunda parte diz respeito à obra da Cidadela de Cascais e a terceira ao ISO da Cidadela de Cascais. Este guião procurou apurar quais as práticas comuns exercidas tanto na execução de algumas actividades, como nalguns procedimentos efectuados nas obras em geral da SDC, e ainda determinar a influência e consequências do uso das ferramentas Enxutas no ISO.

3.2. Metodologia de recolha de dados

A metodologia usada para efectuar a recolha de dados teve por base a análise documental, a observação directa, reuniões realizadas em obra e reuniões realizadas nos escritórios em Lisboa, as quais algumas foram acompanhadas por um guião de entrevistas. Para

melhor entendimento do tema sustentabilidade empresarial, a participação num seminário organizado pela *SUSTENTARE* foi proeminente. Estas metodologias são descritas nos pontos subsequentes.

3.2.1. Análise documental

Esta análise foi essencial tanto para a compreensão do funcionamento geral da obra, como para apreender a constituição e funcionamento do ISO. Desta análise retiraram-se muitas informações que complementaram o desenvolvimento do modelo proposto. A informação recolhida foi essencialmente retirada da seguinte documentação:

- Memória descritiva e justificativa da obra;
- O planeamento e balizamentos;
- Planta geral da obra;
- Planta de estaleiro;
- Plano de gestão ambiental;
- Plano de qualidade;
- O ISO integral;

3.2.2. Observação directa

A observação directa consistiu em várias visitas à obra por forma a se obter uma visualização da organização do estaleiro, da organização e funcionamento de toda a obra, dos locais de armazenamento de materiais, das limpezas e reencaminhamentos dos resíduos nas frentes da obra e da interacção entre todos os intervenientes da obra.

3.2.3. Reuniões em obra

Várias reuniões foram realizadas em obra com diferentes responsáveis, nomeadamente: a Directora de Obra, o Técnico de Construção Civil, o Encarregado Cimenteiro, a Técnica de Segurança e Saúde, o Engenheiro Adjunto e o responsável de uma das equipas de Pladur, com o objectivo de compreender melhor os vários aspectos concernentes à gestão de obra. Nestas reuniões, em paralelo com a observação directa, procurou-se assimilar certos procedimentos, como a limpeza/organização do estaleiro/obra, a separação de resíduos, a

recolha/encaminhamento de resíduos, a gestão de subempreitadas, equipamentos e inventários, as entregas/distribuição e armazenamento de materiais, o processo de cofragem/descofragem e o processo construtivo de Pladur, entre outros.

3.2.4. Reuniões nos escritórios da SDC

Estas reuniões foram realizadas nos escritórios da empresa em Lisboa com quadros superiores da empresa e com a Engenheira do Ambiente responsável pelo grupo de trabalho que criou e desenvolveu o ISO.

Numa primeira fase, as reuniões foram realizadas com a Engenheira do Ambiente com a finalidade de compreender como foi desenvolvido o ISO e como funciona na prática. Posteriormente, e com o auxílio de um guião de entrevistas (apresentado em Anexo) foram realizadas reuniões com o Director Geral da SDC, com o Director Geral da Zona Sul da SDC e com a Engenheira do Ambiente Gestora de Desenvolvimento Sustentável da SDC, no intuito de recolher informação sobre as práticas comuns na empresa.

O guião de entrevistas é um instrumento para a recolha de informações na forma de texto que serve de base à realização de uma entrevista propriamente dita. O guião é constituído por um conjunto (ordenado ou não) de questões abertas (resposta livre), semi-aberta (parte da resposta fixa e outra livre) ou fechadas (resposta fixa). Deve incluir um texto inicial que apresenta a entrevista e os seus objectivos ao entrevistado. Pode ainda conter notações que auxiliam a condução da entrevista (palavras-chave de resposta, questões para aprofundamento, etc). Este guião encontra-se estruturado em três partes:

- Introdução: Breve descrição acerca do âmbito da entrevista;
- Corpo: Esta secção encontra-se dividida em três partes, por forma a recolher informação relevante quanto às práticas de funcionamento geral das obras da empresa, a procedimentos verificados na obra em estudo, bem como a relevância do ISO na empresa e na obra;
- Anexos: Nesta secção encontram-se tabelas que auxiliam o guião de entrevistas facilitando a leitura/resposta das questões colocadas.

3.2.5. Seminário SUSTENTARE

Assistiu-se, a 9 de Novembro 2010, ao seminário “Métricas de Sustentabilidade” organizado pela *SUSTENTARE consulting no GOETHE-INSTITUT*, em Lisboa, com o objectivo de compreender o conceito de sustentabilidade empresarial e a didáctica do ISO. O contexto do seminário era promover um debate sobre os benefícios existentes na medição do desempenho da empresa na óptica da sustentabilidade, o papel da medição do desempenho sustentável como instrumento necessário para uma resposta mais objectiva às preocupações ambientais e sociais dos investidores, consumidores e colaboradores e ainda avaliar o uso de métricas de sustentabilidade como *drivers* de inovação e de desenvolvimento do negócio.

Neste seminário, diversas empresas apresentaram os índices de medição de sustentabilidade que desenvolveram e os primeiros resultados obtidos da sua implementação. Foi neste contexto que a empresa SDC apresentou o seu ISO acompanhado dos respectivos resultados. Foi assim possível compreender as dificuldades sentidas no desenvolvimento e implementação do ISO e de outras métricas.

3.3. Descrição do caso de estudo

3.3.1. Caracterização da obra

A obra em estudo consiste na requalificação e conversão numa Pousada de Portugal do complexo fortificado da Cidadela de Cascais (figura 3.1) que se situa na freguesia e concelho de Cascais.

A obra destina-se assim a fins turísticos e culturais, contemplando uma área total de construção de 13.560m^2 e uma volumetria de edificação de 40.332m^3 . O Dono de Obra é o Pestana Cidadela – Investimento Turístico, S.A. A consignação da empreitada data do dia 25 de Maio de 2010 tendo um prazo de conclusão de 18 meses. O projecto é composto por três tipos de intervenção: conservação, ampliação e construção.

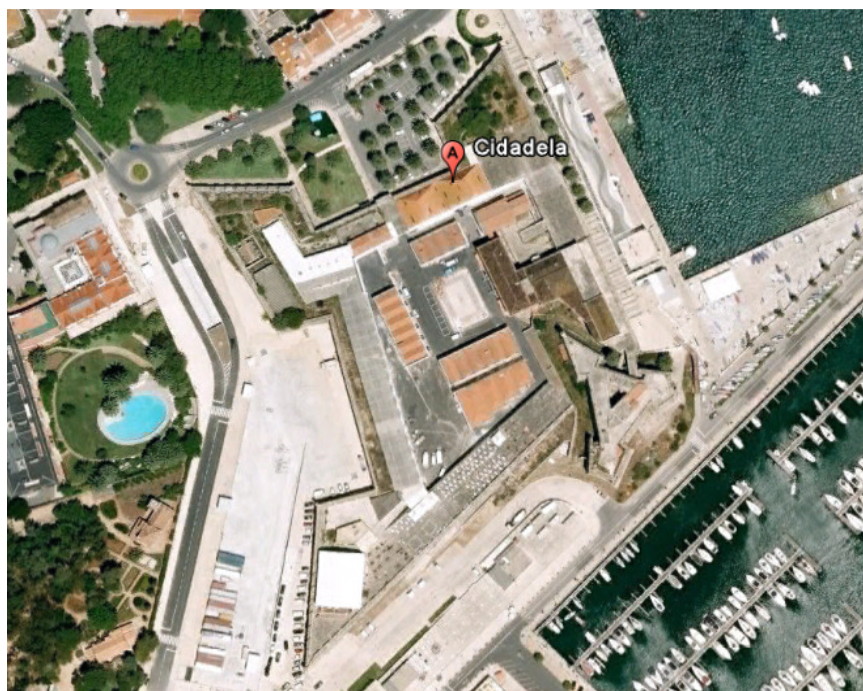


Figura 3.1: Vista aérea da Cidadela de Cascais (Fonte: Google Maps)

A obra é assim constituída por um conjunto de 13 edifícios, com não mais de dois andares, que serão sujeitos a diferentes tipos de intervenção como demonstrado no quadro 3.1.

Quadro 3.1: Caracterização dos edifícios quanto à sua intervenção

Edifício	Demolido	Reabilitado	Conservação/ Restauro	Ampliação/ Construção nova
1	-	X	-	-
2	-	-	X	-
3	-	X	-	X
4	X	-	-	-
5	-	X	-	-
6	-	-	X	-
7	-	X	-	-
8	X	X	-	X
9	-	X	-	X
10	-	X	-	X
11	X	-	-	-
12	-	-	X	-
13	-	-	X	-
X: sujeito a esse tipo de intervenção; - : não sujeito a esse tipo de intervenção				

Durante a realização do estudo, entre Novembro e Dezembro 2010, a maior parte dos trabalhos de demolição já tinham sido efectuados. Assim, os trabalhos de intervenção decorriam

essencialmente nos edifícios 3,4,8 e 9. Nos edifícios 8 e 9 os trabalhos que se encontravam a decorrer eram essencialmente trabalhos de cofragem, armação de ferro e colocação de Pladur. Nos edifícios 3 e 4 decorriam trabalhos de cofragem e armação de ferro.

3.3.2. Descrição do ISO

O ISO é uma ferramenta que monitoriza o desempenho sustentável das obras da SDC, que foi desenvolvido há cerca de dois anos por uma equipa da empresa. Tem como objectivo monitorizar os impactos e respectivo desempenho das obras SDC, minimizando impactos negativos resultantes das actividades económicas, sociais e ambientais e procurando transformar boas práticas em práticas comuns.

O ISO divide-se em três indicadores: Desempenho Ambiental, Sistemas de Gestão e Economia e Cadeia de Valor, no qual cada um destes é composto por subcategorias como é demonstrado no quadro 3.2 que se segue.

Quadro 3.2: Indicadores avaliados no ISO (Adaptado de: Soares da Costa, 2010)

Indicadores Gerais da Obra

- Trabalhadores em obra
- Horas Trabalhadas
- Valor orçamentado para a Gestão Ambiental e Gestão da Saúde e Segurança no Trabalho

Indicadores Desempenho Ambiental

- Consumo Energia - Total
- Consumo Água - Total (com reutilização)
- Reutilização de Água - Total
- Produção Resíduos – Total, diferenciado por tipo de destino final
- Reutilização de Materiais
- Volume de Terras / Solos Escavados – Total, diferenciado por tipo de destino final

Indicadores dos Sistemas de Gestão

- Índices de Sinistralidade (Frequência e Gravidade)
- Sensibilização / Informação / Formação em Ambiente
- Sensibilização / Informação / Formação em Saúde e Segurança no Trabalho
- Sensibilização / Informação / Formação em Qualidade
- Despesas Gestão Ambiental e Gestão da Saúde e Segurança no Trabalho
- Não Conformidades Ambientais, Saúde e Segurança no Trabalho e Qualidade
- Não Conformidades Saúde e Segurança no Trabalho
- Não Conformidades Qualidade

Indicadores Economia e Cadeia de Valor

- Investimento na Comunidade - Total
- Fornecedores Locais - Volume de Compras
- Multas, Coimas e Sanções - Financeiras
- Acções Sociais Internas
- Reclamações de Trabalhadores
- Valor de Produção Mensal

Estes indicadores são medidos mensalmente para cada obra pelo respectivo Directo de Obra e enviados para a equipa responsável que irá analisar e compilar os resultados de forma a que sejam comparáveis entre eles. Procede-se então ao cálculo do ISO_{Ref} e do ISO_x (relativo a cada uma das obras avaliadas), podendo a avaliação ser feita por tipologia de obra, por tipologia de projecto, por tipo de actividade e por empresa.

A obra que apresenta melhor desempenho sustentável segundo o ISO é a que possuir valor do ISO_x acima do ISO_{Ref} .

4. Desenvolvimento do Modelo Proposto

4.1. Introdução

Após uma análise profunda, quer do conceito Enxuto, quer das informações recolhidas, mais precisamente do funcionamento do ISO e do seu enquadramento em obra, elaborou-se um modelo com propostas de melhoria, em obra, com o intuito de detectar impactos no ISO da obra em estudo. Pretende assim, recorrendo à filosofia e ferramentas Enxutas, propor-se alterações que visam melhorar diferentes processos em obra, procurando averiguar se estas alterações irão afectar o ISO.

O modelo visa adicionar valor aos vários processos que foram identificados em obra com potencial para serem optimizados. Deste modo, procurou-se propor alterações que proporcionassem melhorias, tanto nos processos como nas métricas do ISO.

As melhorias a implementar têm que, por um lado, respeitar os objectivos do princípio Enxuto como a diminuição dos desperdícios e o aumento do fluxo de valor, e por outro lado ir ao encontro dos objectivos estipulados pelas métricas do ISO; por exemplo, a diminuição de consumos e de não conformidades, bem como o aumento de segurança.

Os objectivos do modelo apresentado, assentam essencialmente numa análise aos benefícios que o conceito Enxuto pode trazer quando aplicado a Indicadores de Sustentabilidade, procurando averiguar as relações entre estes dois conceitos.

O modelo desenvolvido contou particularmente com o auxílio da ferramenta MFV para se obter uma melhor visualização dos vários processos em análise.

4.2. Elaboração e descrição do Modelo Proposto

O modelo proposto foi desenvolvido essencialmente seguindo a sequência de etapas que constituem o processo do MFV. Assim, o modelo é construído segundo cinco etapas descritas em seguida (figura 4.1).

A primeira etapa consiste na identificação de uma família de produtos ou serviços que serão sujeitos à implementação de propostas de melhoria. Para o caso de estudo em questão procurou identificar-se quais os processos e/ou produtos que representam maior volume de trabalhos e/ou maior volume financeiro ou ainda os que são responsáveis por uma produção significativa de desperdícios.

A segunda etapa consiste na elaboração do mapa do fluxo de valor actual de cada um dos produtos anteriormente definidos. Neste mapa foram descritos todas as etapas que constituem cada um dos processos mencionados, partindo do momento em que é realizada a encomenda do material ou que este é recebido em obra, à recolha dos desperdícios que surjam deste processo.

Na terceira etapa efectuou-se uma análise de cada um destes mapas, procurando identificar as fragilidades do processo e as etapas que criam desperdícios propondo as respectivas alterações de melhoria tendo sempre em conta a influência que as propostas poderiam trazer ao ISO. Esta análise vem acompanhada pela selecção das ferramentas Enxutas que melhor se adequam à proposta de solução.

Após esta análise cuidada, prossegue-se para a quarta etapa que consiste na elaboração do mapa do fluxo de valor futuro. A elaboração deste mapa assenta nas propostas de melhoria efectuadas na terceira etapa, servindo de base à implementação destas.

Por último, a quinta etapa do processo de MFV que tem por base a implementação e monitorização das propostas elaboradas no mapa do fluxo de valor futuro. Aquando da implementação, tem que ter-se em conta as dificuldades que daí possam surgir, procurando adaptar as propostas a elas, criando assim um novo mapa de fluxo de valor de forma a alcançar a melhoria contínua.

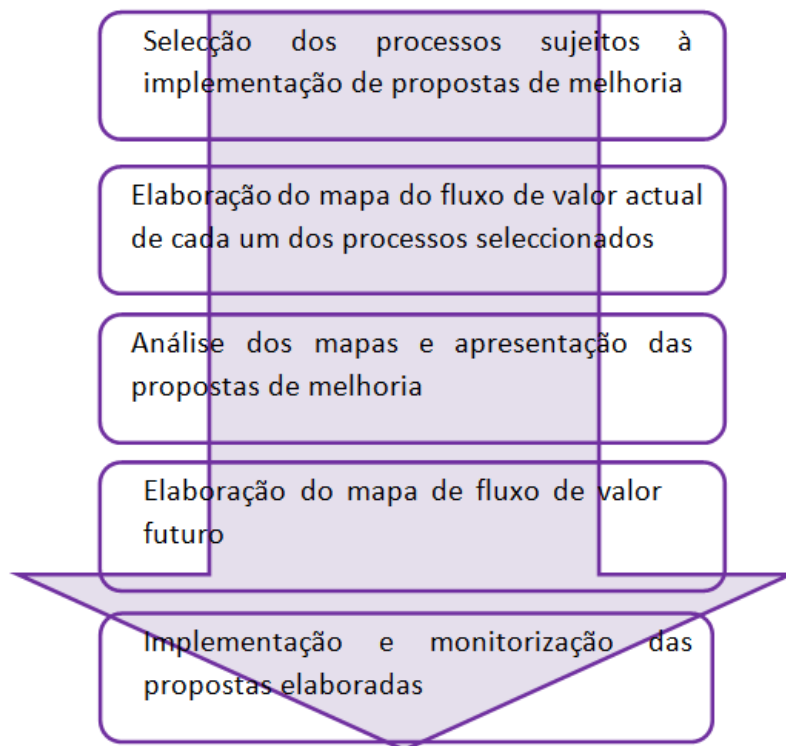


Figura 4.1: Processo de aplicação do modelo proposto

4.2.1. Selecção dos processos a otimizar

Foram identificados três produtos/processos relevantes para o estudo em questão:

- **Pladur:** É um tipo de produto que representa um grande volume de trabalhos e que é responsável pela produção de uma quantidade significativa de desperdícios. Todo o processo em torno do Pladur é analisado, desde a sua encomenda até à recolha dos desperdícios provenientes da sua aplicação.
- **Aço:** É um material que representa um encargo financeiro elevado que é agravado pela oscilação do seu valor no mercado. Representa ainda um grande volume de trabalho e é responsável por produzir uma quantidade significativa de desperdícios.
- **Material de Cofragem:** É um material que representa um grande volume de trabalhos sendo responsável pela produção de uma quantidade considerável de desperdícios.

4.2.2. Elaboração do mapa do fluxo de valor actual

O mapa do fluxo de valor é usado para se ter uma visualização global de um processo. Neste caso, visto que se trata de uma primeira análise dos processos, foi realizado o mapa de fluxo de valor actual. Neste, serão assinaladas as etapas que constituem cada um dos processos escolhidos, facilitando a identificação das etapas que causam desperdício e que não propiciam o fluxo contínuo do processo.

O mapa do fluxo de valor deve ser realizado com a ajuda dos intervenientes de cada um dos processos. Neste caso prático recorreu-se à Directora de Obra, ao Técnico de Construção, ao Encarregado, aos Subempreiteiros e ao Engenheiro Adjunto.

Assim, foram realizados três mapas do fluxo de valor para cada um dos processos seleccionados, descritos no quadro 4.1, onde se destacam, a negrito, as actividades que acrescentam valor ao produto final.

Quadro 4.1: Mapeamento do estado actual dos processos

Fluxo do Pladur	Fluxo do Aço	Fluxo do Material de Cofragem
<ul style="list-style-type: none"> • Encomenda de material; • Recepção/ Encaminhamento do material para o local de aplicação; • Aplicação do material no processo construtivo; • Encaminhamento dos desperdícios para local apropriado; • Recolha dos desperdícios 	<ul style="list-style-type: none"> • Encomenda do material; • Recepção e armazenamento do material em obra; • Transporte para o estaleiro do aço; • Execução do corte e moldagem do aço; • Armação do aço; • Encaminhamento para local de aplicação; • Aplicação do material; • Encaminhamento dos desperdícios 	<ul style="list-style-type: none"> • Recepção e armazenamento do material em obra; • Transporte do material para a frente de trabalho; • Aplicação do material de cofragem; • Processo de descofragem e divisão dos materiais (reutilizável/desperdício); • Encaminhamento dos materiais/Recolha dos desperdícios

Foi adoptado este mapa de fluxo de valor, que descreve globalmente o fluxo de uma material desde a sua encomenda à recolha dos desperdícios, uma vez que se pretende determinar se a aplicação de ferramentas Enxutas num processo irá produzir algum impacto no ISO.

O mapa pode ser apresentado igualmente sob a forma de desenho, usando uma série de ícones padronizados propostos por Rother e Shook (1998), com a finalidade de criar uma linguagem que seja comum e perceptível por todos. O mapeamento destes três processos encontra-se em Anexo.

4.2.3. Análise dos mapas do estado actual

Esta análise consiste em estudar a sequência de etapas que constituem cada um dos processos, com o intuito de identificar quais as suas fragilidades e respectivas causas, assim como identificar os desperdícios existentes ao longo dos fluxos.

Recorreu-se à filosofia Enxuta para analisar o processo, etapa a etapa, identificando os seus desperdícios e propondo as respectivas soluções com recurso às ferramentas Enxutas.

Foram efectuadas dois tipos de análises, uma de carácter mais genérica e outra de carácter mais específico no caso de estudo. Pretende com a análise genérica criar-se uma base

de apoio ao estudo de qualquer processo produtivo que se enquadre neste tipo de modelo e servir, portanto, de base à elaboração das propostas de melhoria formuladas na análise específica ao caso de estudo.

4.2.3.1. Análise e propostas de melhoria genéricas

Para cada uma das etapas foi referida a fonte do desperdício através de uma analogia à filosofia Enxuta, seguida da respectiva solução com base nas ferramentas Enxutas e foram apresentados os benefícios previstos das propostas de solução.

1. Encomenda/Armazenamento do material

Fonte do desperdício: *MUDA* define como desperdício o excesso de stock e a espera. Este excesso de matéria-prima resulta num impacto negativo no fluxo contínuo, numa necessidade de ter espaço de armazenamento e resulta noutro tipo de desperdício do *MUDA* a espera. O material encontra-se num período em que não é encaminhado para a frente de trabalho resultando numa sobre utilização de recursos financeiros.

Em obra é difícil ter um controlo da gestão dos materiais desta amplitude, visto que por norma existem várias frentes de trabalho a decorrer em simultâneo sendo necessário garantir-se uma quantidade de material em *stock*.

Hipótese: Redução das existências de matéria-prima através da gestão das encomendas. Encomendar apenas quando necessário e apenas material suficiente para um tempo mínimo de trabalho. As ferramentas Enxutas que mais se adequam para esta solução são o uso de JIT associado ao uso do *Kanban*.

Benefícios: Redução do espaço de armazenamento, diminuição dos riscos de ocorrência de danos nos materiais garantindo a qualidade destes e diminuição do capital cativo em material em espera.

2. Transporte do material

Fonte do desperdício: *MUDA* identifica o transporte e o excesso de movimento como desperdícios. Tudo o que implique o transporte e o movimento desnecessário de material, equipamento e mão-de-obra é um desperdício de tempo e é um incremento de risco de danos no material.

Em obra, é frequente o material ter de ser transportado da área de armazenamento para o local da sua aplicação conforme o avanço dos trabalhos implicando um excesso de transportes e movimentos. No caso de estudo existe ainda o problema da localização do estaleiro do aço que, por motivos de falta de espaço, se encontra no topo de uma cobertura de um edifício. Esta situação implica o dobro do transporte (armazenamento/estaleiro e estaleiro/local de aplicação) mobilizando mão-de-obra e equipamento.

Hipótese: Aquando da entrega do material em obra encaminhá-lo directamente para o local onde irá ser aplicado. Desta forma, elimina-se a etapa de transporte e movimento de material do processo. Esta solução implica que na etapa anterior se realize já o JIT de maneira a obter uma gestão das existências. A metodologia 5S, mais especificamente o princípio *SEITON*, é adequada a este tipo de solução, visto que se refere à disposição organizada e agrupada das ferramentas e equipamentos em locais estratégicos.

Benefícios: Redução de tempo, de equipamento e de mão-de-obra mobilizados para a execução desta actividade. Premeia a continuidade do fluxo de produção e aumenta a segurança do local de trabalho.

3. Encaminhamento/recolha dos desperdícios

Fonte do desperdício: O processamento inapropriado é outro desperdício identificado por Muda. A realização de etapas em excesso traduz-se em operações que não trazem valor acrescentado ao produto final.

Em obra, é frequente proceder-se ao encaminhamento dos desperdícios para contentores próprios apenas quando necessário. Isto implica não ter o local de trabalho limpo e organizado o que não facilita o movimento de mão-de-obra e equipamento. Implica ainda que, numa etapa futura, seja necessário mobilizar mão-de-obra e equipamento extra. O mesmo se verifica aquando da recolha dos desperdícios, estes são encaminhados para fora de obra apenas quando necessário sendo essa avaliação deixada ao critério do responsável.

Hipótese: Efectuar o encaminhamento dos desperdícios para local apropriado no decorrer das actividades com produção de desperdícios recorrendo à metodologia 5S. A recolha dos desperdícios deverá estar associada ao uso da ferramenta *Kanban*, assinalando o momento adequado a que se deverá proceder a recolha.

Benefícios: Facilita o início dos trabalhos a jusante dessas actividades e a leitura do local (percepção de obstáculos na área de trabalho), aumenta a segurança no local de trabalho e elimina uma etapa do processo.

4.2.3.2. Análise e propostas de melhoria para o caso de estudo

Tendo por base a estrutura anterior, foi feita uma avaliação idêntica às etapas de cada processo. No entanto, durante esta avaliação detectaram-se etapas que manifestaram ter as soluções, anteriormente apresentadas, implementadas. Ou seja, os processos encontravam-se melhorados conforme as soluções estabelecidas na análise genérica. Esta situação foi detectada não só no Pladur, aço e material de cofragem, mas igualmente em etapas relativas ao planeamento e preparação de obra.

Este resultado revelou-se interessante uma vez que o conceito Enxuto nunca tinha sido antes abordado. Procurou-se então estabelecer um paralelismo entre os melhoramentos detectados em obra e a filosofia Enxuta por forma a demonstrar que, implicitamente, a obra seguia as bases deste princípio. Assim, para cada processo estudado elaborou-se um quadro (quadro 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5) indicando as etapas melhoradas, a descrição da solução adoptada e a designação Enxuta correspondente.

Quadro 4.2: Optimização do processo Pladur detectado em obra

Pladur		
Etapa	Optimização	Designação Enxuta
Encomenda/recepção do material	Encomenda de material efectuada apenas com um dia de antecedência; Stock do material em obra apenas para uma semana de trabalho	JIT
Deslocação do material	Aquando da entrega do material em obra, este é automaticamente reencaminhado para as diferentes frentes de trabalho	MUDA e 5S
Encaminhamento dos desperdícios	Ao longo do processo de aplicação, os desperdícios vão sendo encaminhados para contentor apropriado	5S
Recolha dos desperdícios	Quando o contentor se encontra cheio, a recolha é efectuada no prazo máximo de um dia	5S

Quadro 4.3: Optimização do processo Aço detectado em obra

Aço		
Etapa	Optimização	Designação Enxuta
Encomenda/recepção do material	Stock do material em obra apenas para sensivelmente um mês de trabalho	JIT

Quadro 4.4: Optimização do processo Planeamento detectado em obra

Planeamento		
Etapa	Optimização	Designação Enxuta
Balizamentos	Aquando dos balizamentos mensais são efectuadas análises comparativas entre o previsto e o realizado	PPC

Quadro 4.5: Optimização do processo Preparação de obra detectado em obra

Preparação de obra		
Etapa	Optimização	Designação Enxuta
Contratação das subempreitadas	Distribuição da área de negócio pelas subempreitadas; Criação de um ambiente de trabalho salutar entre os vários intervenientes	Relação subempreitada

Não obstante, e tendo em conta, a melhoria contínua presente nesta filosofia, ainda foram detectadas etapas com oportunidade de melhoria. Deste modo, foram formuladas propostas de solução baseadas na análise genérica. Esta informação foi compilada sob a forma de quadros (quadro 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9) indicando os processos com oportunidade de melhoria, a descrição da melhoria proposta, a apresentação dos benefícios esperados e a designação das ferramentas Enxutas a usar na solução.

Quadro 4.6: Proposta de melhoria no processo Material de cofragem

Material de cofragem		
Proposta de melhoria	Benefícios	Designação Enxuta
Aquando da cofragem e descofragem, proceder-se à limpeza do local (desperdícios) com recurso a contentores na proximidade	Permitirá ter o local limpo facilitando a leitura do local (percepção de obstáculos); Permitirá dar início às empreitadas a jusante; Aumentará a segurança no trabalho e o encaminhamento de resíduos será mais rápido (não trazem valor à obra)	5S

Quadro 4.7: Proposta de melhoria no processo Aço

Aço		
Proposta de melhoria	Benefícios	Designação Enxuta
Optar pela aquisição do aço previamente cortado e moldado	Permitirá diminuir a quantidade de desperdícios; reduzir as dimensões do estaleiro de aço, bem como o número de trabalhadores	Eliminação de actividades <i>in-situ</i>

Quadro 4.8: Proposta de melhoria no processo Planeamento

Planeamento		
Proposta de melhoria	Benefícios	Designação Enxuta
Associar ao PPC o Mapa de Irregularidades	Irá permitir perceber o porquê do incumprimento das actividades do balizamento mensal e prevenir a repetição do erro	<i>Kaizen</i>

Quadro 4.9: Proposta de melhoria no processo Preparação de obra

Preparação de obra		
Proposta de melhoria	Benefícios	Designação Enxuta
Colocação de um Mapa de Progresso em zona visível no estaleiro	Irá permitir que todos em obra sejam informados da evolução do planeamento	Gestão Visual

4.2.4. Mapeamento do estado futuro

Após a apresentação das propostas de melhoria para os desperdícios identificados, procedeu-se à elaboração do mapa de fluxo de valor futuro de cada um dos processos. Este mapa serve apenas como base de apoio à implementação das propostas, pois permite visualizar o processo do início ao fim e detectar novos casos considerados como oportunidades de melhoria.

No mapa de fluxo de valor, apresentado no quadro 4.10, as actividades que não agregam valor ao produto final, segundo as soluções propostas, encontram-se rasuradas.

Quadro 4.10: Mapeamento do estado futuro dos processos

Fluxo do Pladur	Fluxo do Aço	Fluxo do Material de Cofragem
<ul style="list-style-type: none"> • Encomenda de material; • Recepção/ Encaminhamento do material para o local de aplicação; • Aplicação do material no processo construtivo; • Encaminhamento dos desperdícios para local apropriado; • Recolha dos desperdícios 	<ul style="list-style-type: none"> • Encomenda do material pré cortado e moldado; • Recepção e armazenamento do material em obra; • Transporte para o estaleiro do aço; • Execução do corte e moldagem do aço; • Armação do aço; • Encaminhamento para local de aplicação; • Aplicação do material; • Encaminhamento dos desperdícios 	<ul style="list-style-type: none"> • Recepção e armazenamento do material em obra; • Transporte do material para a frente de trabalho; • Aplicação do material de cofragem; • Processo de descofragem e divisão dos materiais (reutilizável/desperdício); • Encaminhamento dos materiais/Recolha dos desperdícios

Constatou-se que as etapas do processo Pladur já se encontravam optimizadas não tendo sido no entanto identificadas outras propostas de melhoria. Respectivamente ao processo Aço, uma vez que foi feita a proposta de aço vir previamente cortado e moldado de fábrica por forma a diminuir os desperdícios e o problema de falta de espaço, rasuraram-se as actividades que não fazem parte deste processo. Quanto ao processo Material de Cofragem, considerou-se que o encaminhamento e recolha dos desperdícios seriam efectuados na etapa anterior (processo descofragem/divisão materiais) eliminando essa etapa.

4.2.5. Implementação e Controlo

Uma vez estabelecidas todas as propostas de solução às fragilidades encontradas nos processos, deve-se proceder à sua devida implementação. O processo de implementação deve estar acompanhado por um plano de monitorização onde estejam definidas previamente as métricas de desempenho a utilizar. São estas métricas que vão permitir efectuar uma comparação clara dos resultados entre os estados actual e futuro, exemplo destas são o tempo e custo.

Na altura da implementação do modelo proposto é que se inicia o processo de melhoria contínua e que se efectuará um novo mapa do fluxo de valor, pois irão surgir novos problemas que exigem novas soluções.

4.2.5.1. Oportunidade e benefícios da implementação do modelo

A implementação de um modelo pretende melhorar o desempenho de uma empresa, tornando-a mais competitiva no mercado. O modelo tenciona aumentar a produtividade, eliminar desperdícios, reduzir o *stock*, controlar e reduzir tempo e custos e melhorar o ambiente de trabalho entre os intervenientes.

Durante a formulação das propostas verificou-se que alguns processos apresentavam etapas optimizadas. Estas melhorias detectadas iam ao encontro das propostas genéricas que a filosofia Enxuta estabelece, logo surgiu a necessidade de se estabelecer um paralelismo entre estas duas conjunturas. Deste modo, foram elaborados os quadros, indicados anteriormente, demonstrando à direcção de obra que a filosofia Enxuta se encontrava presente em alguns procedimentos.

Esta ocorrência suscitou interesse o que levou à realização de uma segunda análise. A nova análise pretendeu estudar a presença destes procedimentos Enxutos no seio de outras obras da empresa, com a finalidade de determinar o grau de intensidade da aplicação do conceito Enxuto na empresa. Deste modo, efectuaram-se duas entrevistas dirigidas ao Director Geral SDC e ao Director Geral da Zona Sul SDC, pessoas com uma visão global e panorâmica de todo o departamento de produção, a fim de se efectuar um breve levantamento de dados. Estas entrevistas tiveram lugar nos escritórios da SDC, em Lisboa, e foram conduzidas seguindo um guião de entrevistas previamente elaborado. O guião contém uma breve introdução onde esclarece o âmbito da entrevista, um corpo dividido em duas partes. A primeira abrange questões de carácter mais geral sobre obras da SDC e a segunda abrange questões de carácter específico à obra em estudo. Finalizadas as entrevistas, procedeu-se ao tratamento dos dados obtidos que serão posteriormente discutidos e analisados.

Por outro lado, a presença destas melhorias em obra suscitou um outro tipo de interesse que levou a outro género de avaliação nomeadamente, qual o impacto destas melhorias nas métricas do ISO. Dado que o objectivo da implementação do modelo consiste em determinar quais os impactos provenientes de uma aplicação dos conceitos Enxutos no ISO, fez-se um estudo desses impactos nesta óptica. À semelhança da análise feita anteriormente, realizou-se uma entrevista direccionada à Engenheira do Ambiente Gestora de Desenvolvimento Sustentável da SDC. Esta entrevista foi feita seguindo um guião de entrevistas cujas questões abrangiam o tema ISO no seio da SDC e da obra em estudo. Concluída a entrevista, procedeu-se

a um tratamento dos dados obtidos que serão, à semelhança dos anteriores, discutidos e analisados *a posteriori*.

4.2.5.2. Dificuldades na implementação das propostas

Para se efectuar uma implementação eficaz de um modelo é necessário garantir-se a presença de certos parâmetros tais como:

- O compromisso e empenho por parte de todos os intervenientes evitando possíveis resistências à mudança;
- Tempo de implementação, pois é um processo cíclico e evolutivo que requer um bom seguimento e monitorização;
- Espírito crítico presente nos intervenientes por forma a identificar novas oportunidades de melhoria.

Deve ainda existir uma relação de confiança entre os intervenientes para permitir uma troca de informação fluida, pois o estado actual dos processos e os objectivos a atingir têm de ser do conhecimento de todos. O estado futuro esperado e as metas a alcançar devem ser sujeitos a uma constante síntese e revisão para evitar uma regressão do processo e adopção de antigos procedimentos.

Devido a factores como, limitação de tempo de implementação, logística das empresas envolvidas, natureza dos trabalhos e condições fornecidas para tal, apenas se procedeu a uma análise das melhorias propostas.

5. Análise e discussão de resultados

Após a elaboração e desenvolvimento do modelo, as propostas de melhoria detectadas e as propostas de melhoria formuladas serão analisadas isoladamente. A análise de cada uma das propostas compreenderá uma avaliação segundo a metodologia Enxuta, uma avaliação segundo os dados obtidos das entrevistas realizadas e ainda uma avaliação baseada na perspectiva do ISO.

Pretende-se com a primeira avaliação determinar como é que a etapa se enquadra na metodologia Enxuta e que melhorias é que provêm da sua aplicação.

A segunda avaliação terá por base os dados obtidos nas entrevistas efectuadas ao Director Geral SDC e ao Director Geral da Zona Sul SDC. Estes dados irão revelar se os procedimentos detectados em obra são uma prática comum na empresa e se as propostas formuladas, à luz de uma visão de topo, constituem benefícios aplicáveis a todo o departamento de produção.

A terceira avaliação pretende estabelecer as relações entre as ferramentas Enxutas, propostas no modelo, e as métricas do ISO. Pretende-se igualmente determinar os impactos que provêm dessas relações propostas. Serão analisados os dados obtidos da entrevista expondo alguns valores do ISO relativos à obra, demonstrando o desempenho sustentável desta face à média obtida. É importante clarificar que a apresentação dos resultados e a sua análise estão condicionadas pelo acordo de confidencialidade em vigor com a empresa.

5.1. Avaliação dos procedimentos otimizados detectados em obra

No momento da análise e propostas de melhoria do caso de estudo verificou-se que algumas etapas de alguns processos se encontravam já otimizados segundo a filosofia Enxuta e que integravam os procedimentos habituais da obra. Assim sendo procede-se à análise de cada uma das etapas.

1. Processo Pladur

O processo Pladur foi o processo onde se detectaram mais etapas otimizadas. Este está ao encargo de dois subempreiteiros distintos sendo que um opera no edifício 8 e o outro opera no edifício 9. Aquando da realização do estudo, as equipas de trabalho encontravam-se a laborar na zona dos quartos. Cada quarto corresponde em média a uma semana de trabalho no que toca a este processo.

1.1 Encomenda e recepção do material

A encomenda do material (placas de gesso cartonado, perfis metálicos e mantas de lã de rocha) é efectuada apenas com um dia de antecedência, exceptuando os perfis metálicos não estandardizados que têm de ser encomendados com 15 dias de antecedência. Tal demonstra uma relação de proximidade entre os fornecedores e os subempreiteiros permitindo então que haja *stock* de material apenas para uma semana de trabalho. Este procedimento vai ao encontro do que é descrito na ferramenta Enxuta JIT.

Dados obtidos no guião de entrevistas

Segundo os entrevistados, esta etapa está delegada aos subempreiteiros, logo estes são responsáveis pela encomenda do material e pela sua gestão ao longo do decorrer desta actividade. No entanto, salientaram de que em média o *stock* deste material em obra garante 2 a 3 semanas de trabalho. Estes dados revelam então que o procedimento de gestão de *stock* através do JIT não está integrado na empresa.

1.2 Deslocação material para local de aplicação

Quando o material é recebido em obra, este é automaticamente deslocado para as frentes de trabalho onde será aplicado (figura 5.1). Este procedimento permite combater a grande falta de espaço sentida no estaleiro, assim como evitar o uso excessivo da grua (este equipamento é muito solicitado condicionando o decorrer de algumas actividades). Este procedimento vai ao encontro da metodologia 5S e da eliminação de dois desperdícios definidos por *MUDA*: transporte e excesso de movimento.



Figura 5.1: Material disposto no local de aplicação

Dados obtidos no guião de entrevistas

Os dados obtidos das entrevistas revelaram que o procedimento comum nas obras da empresa é de encaminhar o material recebido em obra para o local apropriado no estaleiro e não o de encaminhar directamente para o local de aplicação. Deste modo, este procedimento que elimina desperdícios do *MUDA* e aplica a metodologia 5S não se encontra implementado na empresa.

1.3 Encaminhamento dos desperdícios para local apropriado

Ao longo do processo de aplicação do Pladur verificou-se que, de uma forma sistemática, os desperdícios eram encaminhados para contentores apropriados, localizados próximo do local de aplicação. Este procedimento permite ter o local de trabalho limpo e organizado, facilitando o movimento dos trabalhadores e o início de trabalhos a jusante desta actividade, seguindo assim o princípio da metodologia 5S.

Dados obtidos no guião de entrevistas

Este encaminhamento de resíduos para local próprio revelou-se, através dos dados obtidos, ser uma prática comum na empresa. Por norma, no momento da aplicação do Pladur procura-se proceder à limpeza do local de aplicação no decorrer da actividade, caso contrário ao final do dia de trabalho procede-se a uma limpeza geral.

1.4 Recolha dos desperdícios

A recolha dos desperdícios é efectuada no prazo máximo de um dia sendo que a responsabilidade de efectuar o pedido de recolha é do encarregado da subempreitada. Este procedimento atende ao fluxo de desperdícios, mantendo a obra livre de resíduos obedecendo assim à metodologia 5S.

Dados obtidos no guião de entrevistas

Os dados do guião de entrevistas revelaram que, a recolha dos desperdícios é efectuada no próprio dia ou no prazo máximo de um dia. Deste modo, este procedimento é uma prática comum na empresa. Não obstante, colocou-se a hipótese de se recorrer ao uso da ferramenta *Kanban* com o intuito de indicar o momento em que se deve efectuar a recolha dos contentores. Como resposta à proposta, os entrevistados não viram vantagens na sua utilização uma vez que se trata de um processo rápido.

2. Processo Preparação de obra – Contratação das subempreitadas

Constatou-se que, em certas actividades, dois subempreiteiros estavam consignadas para o mesmo processo. Exemplos disto são o processo Pladur e o processo Material de cofragem. Estes trabalhos estavam divididos por dois subempreiteiros, sendo que cada um possuía a sua respectiva área de trabalho tratando-se de dois edifícios distintos, nomeadamente os edifícios 8 e 9. Este procedimento permite uma distribuição da área de negócio por vários intervenientes, premiando o subempreiteiro que apresentar um melhor trabalho (qualidade, eficácia e rapidez) através da atribuição de outra área de trabalho. Esta opção vai ao encontro do que se pretende na Construção Enxuta que é uma relação de proximidade entre empreiteiro geral e subempreiteiro obtendo-se, deste modo, um melhor desempenho do processo construtivo, uma diminuição de esforços e eliminação de desperdícios.

Dados obtidos no guião de entrevistas

Segundo os entrevistados, este procedimento não foi adoptado pela primeira vez na obra em estudo, contudo, não é prática comum na empresa. Salientaram no entanto que a aplicação deste procedimento é vantajoso no sentido de que nunca se depende de uma única subempreitada, ou seja, caso se dê a ocorrência de uma má prestação de serviços pode recorrer-se à outra subempreitada. Destacaram ainda a necessidade de haver liquidez financeira, isto é,

existe o risco de, se o empreiteiro geral não efectuar a liquidação como é devido, o subempreiteiro recusar efectuar o trabalho premiado.

3. Processo Aço

Na etapa respectiva à encomenda e recepção do material em obra, verificou-se que o *stock* do aço equivalia a sensivelmente um mês de trabalho. Tendo em conta que este material necessita de ser transportado para a obra e que o custo do transporte é elevado, optimizando tanto o stock como o transporte, obtém-se um stock de aço equivalente para um mês. Esta ponderação vai ao encontro do sistema JIT. Apesar deste processo ser realizado pelo subempreiteiro, este fornece somente a mão-de-obra e equipamento. A encomenda do material é da responsabilidade do empreiteiro geral.

Dados obtidos no guião de entrevistas

Os dados da entrevista revelam que é um procedimento comum a existência em obra de um stock de material para sensivelmente um mês de trabalho. É igualmente comum neste tipo de actividade o empreiteiro geral ser o responsável pela encomenda, e o subempreiteiro pela mão-de-obra e equipamento.

4. Processo Planeamento – Balizamentos

No que toca ao planeamento, segundo a filosofia Enxuta, este deve seguir a metodologia do *Last Planner* e do PPC. Deve haver um planeamento a curto e médio prazo das actividades a executar assegurando assim os pré-requisitos e condicionalismos que advém das actividades permitindo que estas sejam executadas sem contratempos. Estes planeamentos deverão ser ainda acompanhados do PPC, o qual corresponde à percentagem de actividades concluídas previstas no planeamento. Estes procedimentos foram verificados na obra em estudo, uma vez que se constatou a realização de balizamentos que se traduzem na realização do PPC.

Dados obtidos no guião de entrevistas

De acordo com os entrevistados, é norma realizarem na empresa os balizamentos mensais, ou seja, o uso de PPC encontra-se de certa forma implementado.

5.2. Avaliação das propostas de melhoria formuladas

À semelhança da metodologia anteriormente usada, proceder-se-á à análise de cada uma das etapas propostas para melhoria.

1. Processo Material de cofragem

Durante a cofragem e descofragem verificou-se uma produção considerável de desperdícios que permaneciam no local de trabalho, até ser considerado necessário proceder-se à sua limpeza de modo a permitir o início dos trabalhos a jusante desta actividade (figura 5.2). Deste modo, propôs-se efectuar a limpeza do local no decurso das actividades, recorrendo ao uso de contentores colocados nas proximidades. Com esta proposta pretende-se obter uma área de trabalho limpa e desimpedida, de modo a facilitar o movimento de mão-de-obra e equipamento, diminuindo assim a probabilidade de ocorrência de acidentes. Esta proposta vai ao encontro da metodologia 5S, que estabelece que ambiente de trabalho deve ser organizado e padronizado.



Figura 5.2: Desperdícios que perduram no local de trabalho

Dados obtidos no guião de entrevistas

Segundo os entrevistados, este procedimento de limpeza do local aquando do decurso das actividades não é moda na empresa, assim a sua implementação é viável. No entanto, pelas razões anteriormente mencionadas não foi possível quantificar as melhorias que provêm desta implementação.

2. Processo Aço

Um dos principais problemas detectados na obra em estudo é a falta de espaço que se traduz, por sua vez, num problema à implantação do estaleiro. Deste modo, para combater parte deste problema, o estaleiro do aço foi colocado numa cobertura de um edifício (figura 5.3). Propôs-se a opção de se adquirir o aço previamente moldado e cortado, com vista a diminuir essencialmente o problema de falta de espaço e igualmente a quantidade de desperdícios. Esta proposta vai ao encontro de um dos objectivos da filosofia Enxuta - diminuição de desperdícios, assim como de uma das iniciativas práticas adoptadas ao progresso da cadeia de abastecimento na indústria da construção definidas por Vrijhoef e Koskela (2000), que visa transferir actividades *in situ* para a cadeia de abastecimento, um exemplo é recorrer à pré-fabricação.



Figura 5.3: Estaleiro do aço na cobertura do edifício

Dados obtidos no guião de entrevistas

Os entrevistados demonstraram relutância a esta proposta, uma vez que existem muitos acertos de aço numa obra desta tipologia, facto que se deve à fraca qualidade de levantamentos efectuados na fase de projecto. No entanto, esta solução é viável no caso de construções novas, mais especificamente obras de arte como as pontes, por se tratar de um tipo de construção mais modular.

3. Processo Planeamento

Nos procedimentos optimizados detectados em obra verificou-se a realização do PPC a par do planeamento, indicando assim a percentagem de actividades completadas. Propôs-se a utilização de um Mapa de Irregularidades associado ao PPC, com o objectivo de determinar o

porquê do incumprimento das actividades não concluídas. Pretende-se com esta ferramenta constituir uma base de dados na empresa de modo a haver uma partilha de informações com vista a evitar novas ocorrências.

Dados obtidos no guião de entrevistas

Esta proposta de solução foi vista como uma vantagem pelos entrevistados e encarada com interesse pelo facto de se poder vir a criar, no futuro, uma base de dados. Os entrevistados não tinham conhecimento de tal ferramenta, no entanto, destacaram para a possibilidade de haver dificuldade em admitir o erro humano. Esta implementação para ser totalmente eficaz deveria ser implementada no início da obra, pois caso contrário, poderá afectar o bom ambiente em obra.

Não obstante, manifestaram que é norma realizarem na sede da empresa reuniões com os Directores de obra com o objectivo de se determinar a origem de certos atrasos.

4. Processo Preparação de obra

Tendo-se verificado a contratação de dois subempreiteiros para o mesmo processo e de estes actuarem em edifícios distintos, propôs-se a colocação de um Mapa de Progresso em zona visível do estaleiro com o objectivo de permitir que todos em obra sejam informados da evolução do planeamento. Pretende-se com isto, estabelecer uma competitividade saudável entre os intervenientes de modo a otimizar o produto final.

Dados obtidos no guião de entrevistas

Segundo os entrevistados, existe um excesso de transparência de informação associado à implementação desta proposta. No entanto, salientaram para o facto de poder ser vantajoso em mercados onde não seja frequente recorrer-se à subcontratação.

5.3. Avaliação dos resultados na perspectiva do ISO

Esta avaliação consiste em estabelecer uma relação entre os conceitos Enxutos propostos/detectados em obra e as métricas que constituem o ISO, procedendo-se assim à segunda fase da avaliação que consiste em determinar quais os impactos que resultam das relações estabelecidas. Nesta segunda fase da avaliação recorrer-se-á aos dados obtidos na entrevista realizada à Engenharia do Ambiente Gestora de Desenvolvimento Sustentável da SDC,

onde serão apresentados os resultados do desempenho da obra em estudo relativamente a certos ISO_{REF}.

5.3.1. Paralelismo existente entre o conceito Enxuto e as métricas do ISO

Com base nos quadros apresentados na análise do mapa do fluxo de valor actual elaboraram-se quadros análogos onde são identificados os processos, as etapas ou as propostas de melhoria, a respectiva designação Enxuta e as métricas do ISO correspondentes à melhoria detectada ou proposta efectuada. Seguem-se as possíveis relações estabelecidas entre estes dois conceitos.

Conforme apresentado no quadro 5.1, na primeira etapa verificou-se a eliminação de dois tipos de desperdícios do *MUDA* e da aplicação da metodologia 5S que leva a uma organização da área de trabalho, logo um dos benefícios que daí provêm é (segundo a filosofia Enxuta), um aumento da segurança no local de trabalho que deverá levar a uma diminuição do número de acidentes de trabalho. A métrica do ISO que contabiliza o número de acidentes de trabalho é o Índice de Frequência, estabeleceu-se assim uma relação entre esta métrica e estes procedimentos Enxutos.

Na segunda etapa constatou-se a aplicação da metodologia 5S no decurso da aplicação do Pladur levando à organização, limpeza e padronização do local de trabalho. Os benefícios que resultam deste procedimento (segundo a filosofia Enxuta), são um aumento da segurança no trabalho e uma maior facilidade na leitura do local de trabalho que se traduz numa movimentação mais segura da mão-de-obra. Estes procedimentos deverão levar a uma diminuição de não conformidades, do número de acidentes de trabalho e ainda a maior um encaminhamento de desperdícios. O ISO apresenta métricas que contabilizam estes parâmetros, nomeadamente e respectivamente: Não Conformidades SST, Índice de Frequência e Produção Resíduos – total, diferenciado por tipo de destino final. Deste modo, estabeleceu-se uma relação entre estes procedimentos e estas métricas.

Por fim, na última etapa, constatou-se a existência de um processo rápido e eficaz da recolha de desperdícios que se identifica com a aplicação da metodologia 5S. O ISO possui a métrica Produção de Resíduos que contabiliza o encaminhamento, a reutilização e a eliminação de resíduos em obra. Surge assim, entre esta métrica e o procedimento detectado, uma relação.

Quadro 5.1: Relação entre métricas ISO e designação Enxuta no processo Pladur

		Etapa	Designação Enxuta	Métricas do ISO
Processo Pladur		Deslocação material para local de aplicação	MUDA e 5S	Índices de Sinistralidade (Frequência e Gravidade)
		Encaminhamento dos desperdícios para local apropriado	5S	Índices de Sinistralidade (Frequência e Gravidade), Não Conformidades SST e Produção Resíduos – Total, diferenciado por tipo de destino final
		Recolha dos desperdícios	5S	Produção Resíduos – Total, diferenciado por tipo de destino final

Os procedimentos detectados nestas duas etapas, figuradas no quadro 5.2, trazem benefícios que se irão reflectir no progresso e desenvolvimento da obra. Assim, estabeleceu-se uma relação entre estes procedimentos e a métrica Valor de Produção Mensal, que reporta o valor produzido mensalmente.

Quadro 5.2: Relação entre métricas ISO e designação Enxuta nos processos Planeamento e Preparação de obra

		Etapa	Designação Enxuta	Métricas do ISO
Processo	Planeamento	Balizamentos	PPC	Valor de Produção Mensal
	Preparação de obra	Contratação das subempreitadas	Relação subempreitada	

À semelhança do que sucede na segunda etapa do processo Pladur (definida no quadro 5.1), esta proposta de melhoria implica o encaminhamento de desperdícios no decurso das actividades procurando facilitar o movimento de mão-de-obra e equipamentos (evitar obstáculos), assim como de facilitar o início dos trabalhos a jusante. Este procedimento deverá diminuir a probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho, de não conformidades SST,

assim como deverá aumentar o encaminhamento de desperdícios. Com base nestes factores propôs-se esta relação de conceitos (quadro 5.3).

Quadro 5.3: Relação entre métricas ISO e designação Enxuta no processo Material de cofragem

	Proposta de melhoria	Designação Enxuta	Métricas do ISO
Processo Material de cofragem	Limpeza do local no decurso das actividades de cofragem/ descofragem com recurso a contentores nas proximidades	5S	Índices de Sinistralidade (Frequência e Gravidade), Não Conformidades SST e Produção Resíduos – Total, diferenciado por tipo de destino final

A relação de conceitos estabelecida no quadro 5.4 segue a mesma metodologia aplicada à avaliação da última etapa do processo Pladur, mencionado no quadro 5.1.

Quadro 5.4: Relação entre métricas ISO e designação Enxuta no processo Aço

	Proposta de melhoria	Designação Enxuta	Métricas do ISO
Processo Aço	Aquisição do aço previamente cortado e moldado	Eliminação de actividades <i>in-situ</i>	Produção Resíduos – Total, diferenciado por tipo de destino final

À semelhança da metodologia aplicada na avaliação do processo Planeamento e Preparação de obra (quadro 5.2), efectuou-se esta mesma relação de conceitos no quadro 5.5.

Quadro 5.5: Relação entre métricas ISO e designação Enxuta no processo Planeamento

	Proposta de melhoria	Designação Enxuta	Métricas do ISO
Processo Planeamento	Associar ao PPC o Mapa de Irregularidades	<i>Kaizen</i>	Valor de Produção Mensal

5.3.2. Avaliação dos resultados na perspectiva dos dados obtidos na entrevista

Com a realização da entrevista, pretendeu essencialmente averiguar-se de que forma estas medidas (detectadas ou propostas), baseadas na filosofia Enxuta influenciam o ISO.

Segundo a Engenheira Gestora de Desenvolvimento Sustentável e, portanto, responsável pela criação e desenvolvimento do ISO, ainda é uma fase prematura para se conseguir estabelecer que medidas/procedimentos influenciam cada uma das métricas do ISO. Este indicador foi recentemente desenvolvido e implementado, encontrando-se assim ainda em fase de consolidação. Deste modo, só se poderá proceder a uma monitorização mais completa e detalhada quando superada a fase de implementação e consolidação do ISO. Só nesta fase é que se conseguirá estabelecer mais precisamente uma relação entre o conceito Enxuto e o ISO.

Não obstante, foram disponibilizados os dados relativos ao ISO da obra em estudo respeitantes a um período temporal de quatro meses. Na figura 5.4 serão apresentados os valores do ISO global da obra e de cada um dos indicadores principais que o constituem: Desempenho Ambiental; Qualidade, Ambiente e Saúde; Economia e Cadeia de Valor. Visto tratar-se de informação confidencial, foi feito um tratamento dos dados aplicando a regra de três simples, de modo a apresentar e identificar os valores que se situam acima ou abaixo da média fornecida pela empresa. Assim, os valores apresentados representam um aumento ou uma diminuição percentual do desempenho da obra face à média total do desempenho de 20 obras (ISO_{REF}). Salienta-se para o facto de que estes valores não são definitivos e que irão sofrer ainda modificações, pois não estão consideradas todas as obras, ficando assim alguns valores em falta.

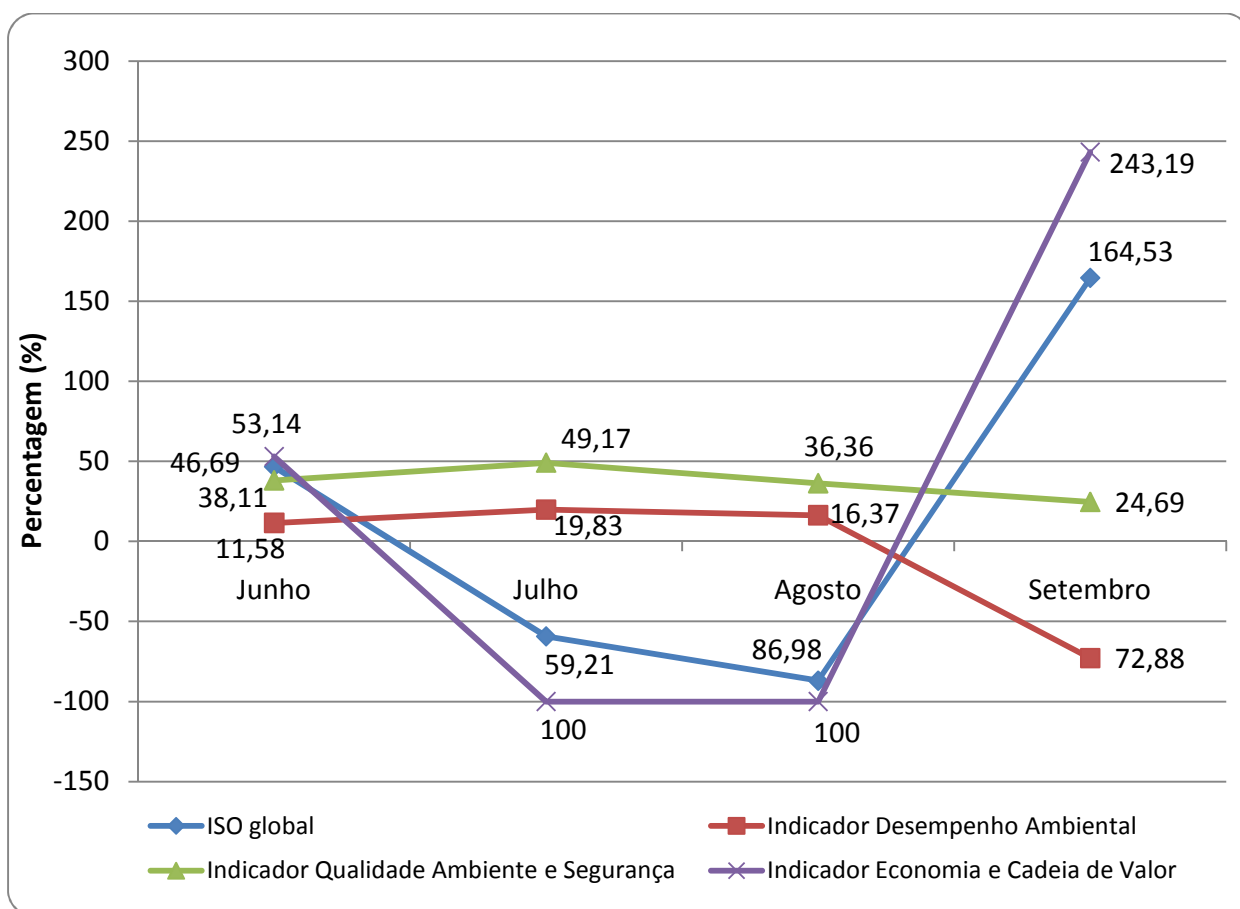


Figura 5.4: Desempenho do ISO da obra face ao ISOREF

Da leitura do gráfico, constata-se que a obra teve um melhor desempenho sustentável global no mês de Setembro e um desempenho menos sustentável (segundo as métricas do ISO), no mês de Agosto. No entanto, a informação fornecida por estes valores não permite determinar que processos influenciaram estes indicadores, foi por isso complicado relacionar o conceito Enxuto com a sustentabilidade caracterizada pelo ISO.

Algumas dificuldades já se fazem sentir neste primeiro período de implementação, nomeadamente obter um correcto preenchimento do ISO (por parte dos directores de obra que encaram esta implementação como uma tarefa extra), ou ainda dificuldade em conseguir obter a tempo todos os ISOs de todas as obras em decurso, de modo a se proceder às devidas análises e alcançar os devidos resultados.

É um processo que exige tempo e dedicação por parte de todos os intervenientes para se conseguir alcançar um bom processo de implementação e um indicador de sustentabilidade eficaz.

5.3.3. Conclusões

Neste capítulo foi possível concluir a existência de uma relação entre o conceito Enxuto e a Sustentabilidade onde, através da aplicação deste conceito em processos construtivos presentes na obra em estudo foi possível estabelecer um paralelismo entre as métricas do ISO e o conceito Enxuto.

O modelo proposto foi desenvolvido a partir da aplicação do MFV. Seguiram-se assim, os fluxos de materiais e detectadas as actividades que não acrescentam valor ao processo. Com base nas fragilidades detectadas, foi elaborado o mapa do estado futuro que pretende ser o guia para a implementação das soluções desenvolvidas para a resolução dessas fragilidades. Foi então estabelecida uma relação entre as propostas formuladas e as métricas do ISO.

A quantificação desta relação está dependente de dois factores importantes:

- Uma implementação com sucesso do modelo que requer tempo, investimento inicial e esforço de desenvolvimento e mudança;
- Uma implementação e consolidação de êxito do ISO que exige tempo e dedicação por parte de todos os intervenientes.

Estando perante uma crescente competitividade entre empresas do sector da construção e uma crescente consciencialização para a necessidade de adoptar um desenvolvimento sustentável no seio das empresas, espera-se, com este modelo e com esta relação estabelecida, abrir novas ideias e pontes de ligação entre outras métricas de sustentabilidade e a filosofia Enxuta.

6. Conclusões

Os objectivos, inicialmente traçados neste trabalho, foram cumpridos tanto ao nível de desenvolvimento como ao nível de resultados obtidos.

Através da pesquisa e análise bibliográfica foi realizado o estudo do tema Construção Enxuta. Efectuou-se, numa primeira fase um breve enquadramento histórico, seguida de um levantamento dos desperdícios mais correntes no sector da construção e um levantamento dos princípios e ferramentas mais relevantes.

No mesmo sentido, foi materializado o estudo do tema Desenvolvimento Sustentável, seguido de um levantamento das avaliações de sustentabilidade existentes mais comuns e relevantes ao estudo, assim como um estudo da evolução da Sustentabilidade Empresarial.

Esta fase da investigação permitiu a exposição e o confronto entre os dois temas, tendo-se registado estudos já realizados em artigos científicos expondo as afinidades possíveis entre estes dois temas analisados.

O levantamento de dados efectuado ao longo do decorrer da obra por meio de observação directa, análise documental, visitas à obra e realização de entrevistas a elementos chave, permitiu desenvolver um modelo de implementação baseado na filosofia Enxuta.

Foi elaborado o mapa do fluxo de valor do estado actual de três processos: o processo Pladur, o processo Aço e o processo Material de cofragem. Este mapa facilita a visualização e compreensão do fluxo de processos, permitindo a identificação dos desperdícios nas respectivas etapas.

Na análise do mapa do estado actual verificaram-se duas ocorrências:

- A identificação de etapas que já se encontravam optimizadas;
- A identificação de etapas com potencial de optimização.

Para a primeira ocorrência, estabeleceu-se um paralelismo entre os procedimentos detectados e a filosofia Enxuta. Para a segunda ocorrência, elaboraram-se propostas de melhoria que foram posteriormente apresentadas ao quadro superior da obra.

Numa segunda fase realizaram-se entrevistas a elementos chave na empresa com dois objectivos:

- Analisar a presença dos processos optimizados detectados no seio de outras obras de modo a avaliar o grau de intensidade da aplicação do conceito Enxuto na empresa;

- Analisar se as propostas formuladas contribuem com benefícios aplicáveis a todo o departamento de produção.

No final deste trabalho de investigação, após a análise e discussão dos resultados obtidos, foi possível concluir que:

- Através das relações estabelecidas entre as ferramentas Enxutas propostas/detectadas em obra e as métricas do ISO, existe uma ponte de ligação entre o conceito Construção Enxuta e a Sustentabilidade;
- Existem fortes indícios de que a Construção Enxuta contribui para um aumento do desempenho sustentável;
- O uso da ferramenta PPC encontra-se implementada e generalizada na empresa, assim como o uso do JIT na encomenda do aço;
- É uma boa solução recorrer-se à contratação de dois subempreiteiros para o mesmo processo, caso haja uma boa liquidez financeira;
- Das soluções propostas, a introdução de contentores na proximidade do local no momento da cofragem/descofragem (5S) e a introdução do mapa de irregularidades associado ao PPC foram as que suscitaram maior interesse por parte dos entrevistados;
- O sucesso e eficácia da implementação de um modelo Enxuto depende, maioritariamente, dos responsáveis e da capacidade de motivar os intervenientes em todo o processo de construção.

6.1. Limitações da investigação

Como limitações, esta dissertação lutou contra um reduzido tempo de implementação do modelo e restrições da empresa para o qual o modelo foi desenvolvido.

A implementação do modelo proposto exige disponibilidade de tempo de implementação, de formação dos trabalhadores, de espírito de mudança, além de ser necessária uma integração desde a raiz do projecto.

Para que a aplicação da filosofia Enxuta seja eficaz é necessário ter um conhecimento aprofundado da matéria. O conhecimento dos seus conceitos deve ser alargado a todos os intervenientes do processo, sendo essencial o seu empenho na transformação.

6.2. Desenvolvimentos futuros

Tal como a filosofia Enxuta defende, deve procurar-se alcançar a perfeição melhorando o estado actual. Este modelo e o cumprimento das propostas de melhoria não são condição suficiente para um desempenho de sucesso, pois existem constantes alterações e ocorrem muitas adversidades no mundo da construção.

Para se completar este trabalho seria, de grande interesse, conseguir determinar e quantificar quais os impactos da aplicação Enxuta nas métricas do ISO, durante a consolidação deste. A este estudo seria interessante associar os custos que advenham da implementação das ferramentas Enxutas face ao ISO.

Seria de igual importância desenvolver um estudo que descreva e caracterize todas as métricas e indicadores de sustentabilidade presentes no sector empresarial, mais concretamente no sector da construção. Associado a este estudo, seria interessante caracterizar quais as empresas em Portugal que aplicam ou desenvolveram indicadores de sustentabilidade.

Outro estudo, com grande importância, seria o de conseguir estabelecer relações fixas entre a filosofia Enxuta e métricas de sustentabilidade, de modo a que todo o processo seja optimizado tanto a nível dos objectivos do Enxuto (minimizar desperdícios, maximizar o valor ao cliente) como a nível do desempenho sustentável de um processo (maximizar o TBL).

Espera-se que este trabalho sirva de motivação para futuros trabalhos relacionados com a aplicação Enxuta e a Sustentabilidade e que encoraje as empresas a tornarem o seu processo de produção mais eficiente e mais sustentável tornando o mercado mais competitivo.

7. Bibliografia

AGENDA 21 - *Chapter 35 - Science for Sustainable Development*. United Nations Conference on Environment & Development, págs. 311-312. Rio de Janeiro, Brasil, , 1992.

AGENDA 21 - *Chapter 40 - Information for Decision-Making*. United Nations Conference on Environment & Development, parag.40.1, Rio de Janeiro, Brasil, 1992.

BAE, J.W.; KIM, Y.W. – *Sustainable Value on Construction Project and application of Lean Construction Methods*. Proceedings International Group for Lean Construction (IGLC)-15. Michigan, USA, 2007.

BALLARD, Glenn. - *The Last Planner System of production control*. School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, The University of Birmingham, 2000.

BALLARD, G.; HOWELL, G. - *Shielding production: essential step in production control*. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 124, nº1, págs. 11-17, 1998c.

BIESEK, G.; ISATTO,E.L.; FORMOSO,C.T. – *Implementing Customized Method for the Evaluation of Subcontractors*. International Conferences on Lean Construction. Manchester, UK, 2008.

BOSSINK, B.A.G.; BROUWERS, H.J.H. - *Construction waste Quantification and source evaluation*. Journal Construction Engineering Management, Volume 122, nº1, págs. 55–60, 1996.

BUZBY, C.M.; GERSTENFELD, A.; VOSS, L.E.; ZENG, A.Z. - *Using lean principles to streamline the quotation process: a case study*. Industrial Management & Data Systems, Volume 102, nº9, págs. 513-520, 2002.

CEPINHA, Eloísa I.F. - *A Certificação Energética de Edifícios como Estratégia Empresarial do Sector da Construção - Análise à escala nacional*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Instituto Superior Técnico, Portugal, 2007.

CEPINHA, E.; FERRÃO, P.; SANTOS, S. - *The certification of buildings as an enterprise strategy of the real estate sector: a national scope analysis*. Sustainable Building Conference 2007 (SB07). Lisboa: Instituto Superior Técnico, Portugal, 2007.

CHAN, F.T.S. - *Effect of kanban size on just-in-time manufacturing systems*. Journal of Materials Processing Technology, Volume: 116, nº3, págs. 146-160, 2001.

CONTE, Antonio S.I. - *Um novo paradigma para a gestão da produção na Construção Civil*. Qualidade na Construção, nº11. Sinduscon-SP, 1998.

COX, A.; IRELAND, P. - *Managing Construction Supply Chain: The Common Sense Approach*. Engineering, Construction and Architectural Management, Volume 9, nº 5, págs. 409–418, 2002.

CUSUMANO, Michael A. - *The Limits of 'Lean'*. Sloan Management Review, Volume 35, nº 4, págs.27-32. Summer, 1994.

DAINTY, A.R.J.; BRISCOE, G.H.; MILLETT, S.J. - *Subcontractor perspectives on supply chain alliances*. Construction Management and Economics, Volume 19, nº8, págs. 841-848, 2001.

DEFFENSE, Jean B. - *Produção Lean na Indústria de Pré-fabricados de Betão Armado.*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2010.

DEGANI, C.M.; CARDOSO, F.F. - *Environmental Performance and Lean Construction Concepts: Can We Talk about A 'Clean Construction'?*. Proceedings of International Group for Lean Construction (IGLC)-10. Gramado,Brasil, 2002.

DIAS, Rita A. - *Artigo de opinião - Medir para gerir*. Sustentare, 3/1/2011. <http://www.sustentare.pt/Newsletter3/sustentarenewsletter3.html> (3/1/2011).

Dow Jones Sustainability Group Index, s/d. <http://www.sustainability-indexes.com/> (4/ 1/2011).

FORMOSO, C.T.; ISATTO, E.L.; HIROTA, E.H. - *Method for waste control in the Building Industry*. Proceedings of International Group of Lean Construction (IGLC)-7. University of California, Berkeley, USA, 1999.

FORMOSO, C.T., SOIBELMAN, L.; CESARE, C.; ISATTO, E.L. - *Material Waste in Building Industry: Main Causes*. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 128, nº4, págs. 316, 2002.

FTSE - The Index Company, s/d. <http://www.ftse.com/> (4/1/2011).

GAMA, Margarida C.F.P. - *Medidas de Bem-estar e Sustentabilidade - Desenvolvimento de Metodologias de Análise e Selecção de Métricas*. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2010.

GIBSON, Robert B. - *Specification of sustainability-based environmental assessment decision criteria and implications for determining "significance" in environmental assessment*. Canadian Environmental Assessment Agency Research and Development Programme, 2001.

GOOSSENS, Y.; MÄKIPÄÄ, A.; SCHEPELMANN, P.; SAND, I. - *Alternative progress indicators to Gross Domestic Product (GDP) as a means towards sustainable development*. Beyond GDP, 2007. <http://www.beyond-gdp.eu/> (2/1/2011).

Google Maps, s/d. <http://maps.google.com/> (6/1/2011).

GROHMANN, Márcia Z. - *Redução do Desperdício na Construção Civil: Levantamento das Medidas Utilizadas pelas Empresas de Santa Maria*. VI Congresso Internacional de Engenharia Industrial. Universidade Federal Fluminense- UFF, Brasil, 1998.

HELPER, S.; CLIFFORD, P. - *Can Lean be Green?*. Academy of Management meetings. Boston, MA, 1997.

HINZE, J.; TRACEY, A. - *The Contractor-Subcontractor Relationship: The Subcontractor's View*. Journal of Construction, Engineering and Management, Volume 120, nº2, págs. 274-287, 1994.

HORVATH, A. - *Construction Materials and the Environment*. Annual Review of Environment and Resources, Volume 29, págs. 181-204, 2004.

Índice de Sustentabilidade Empresarial – ISE. BM&FBOVESPA, s/d. <http://www.bmfbovespa.com.br/Indices/ResumoIndex.aspx?Index=ISE&Idioma=pt-br> (3/1/2011).

KERK, G.; MANUEL, A. - *A comprehensive index for a sustainable society: The SSI — the Sustainable Society Index*. Journal of Ecological Economics, Volume 66, nº 2, págs. 228-242, 2008.

KOSKELA, Lauri - *Application of the new production philosophy to construction*. CIFE Technical Report: 72, Stanford University, USA, 1992.

KOSKELA, Lauri - *We Need a Theory of Construction*. Berkeley-Stanford CE&M Workshop: Defining a Research Agenda for AEC Process/Product Development in 2000 and Beyond, Stanford University, Berkeley, 2000.

KOSKELA, L.; HUOVILA, P. - *Contribution of The Principles of Lean Construction to Meet The Challenges of Sustainable Development*. Proceedings of International Group for Lean Construction (IGLC)-6. Guaruja, Brazil, 1998.

KOSKELA, L.; HOWELL, G.; BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. - *The Foundations of Lean Construction*. Design and Construction: Building in Value, págs. 211-226. Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 2002.

KWONG, B. - *Quantifying the Benefits of Sustainable Buildings*. Engineering Management Review, Volume 38, nº2, págs. 88-94, 2004.

LEROUX, L.; LOCK, G.; WOLFF, P.; HAUSCHILD, W. - *Measuring progress towards a more sustainable Europe - 2007 monitoring report of the EU sustainable development strategy*. Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities. Beyond GDP, 2007. <http://www.beyond-gdp.eu/factsheets.html> (2/1/2011).

MARCELINO, M.; ESPADA, M.; VILÃO, R.; RAMOS, T.; ALVES, I.; GERVÁSIO, I.; *et al.* - *Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável - SIDS Portugal*. Amadora: Agência Portuguesa do Ambiente, 2007.

MENDONÇA, Tiago C.P. - *Desenvolvimento e aplicação de metodologias lean na construção*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Portugal, 2009.

Millennium Development Goals Indicators - The official United Nations site for the MDG Indicators, s/d. <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Default.aspx> (30/12/2010).

NOURRY, Myriam - *Measuring sustainable development: Some empirical evidence for France from eight alternative indicators*. Ecological Economics, Volume 67, págs. 441-456, 2008.

PENEIROL, Nelson - *Lean Construction em Portugal – Caso de estudo de implementação de sistema de controlo da produção Last Planner*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Portugal, 2007.

PINHEIRO, Manuel D. - *Ambiente e Construção Sustentável*. Amadora: Instituto do Ambiente, 2006.

PINHEIRO, Manuel D. - *Construção Sustentável – Mito ou realidade*. VII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente, Lisboa, 2003.

PINTO, Tarcísio P. - *Perda de materiais em processos construtivos tradicionais*. Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR, Departamento de Engenharia Civil, 1989.

PINTO, Tarcísio P. - *De volta à questão do desperdício*. Construção, nº271, págs. 34-35, 1995.

Presidência do Conselho de Ministros, Resolução nº109/2007 que aprova o PIENDS (2007) - Plano de Implementação da Estratégia Nacional de Desenvolvimento Sustentável 2007. Diário da República, 1ª série - Nº159 - 20 de Agosto de 2007.

QUEIROZ, J A.; RENTES, A.F.; ARAUJO, C.A.C. - *Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real*. Hominiss - Excelência em Engenharia de Produção. 28/9/2009. <http://www.hominiss.com.br/publicacoes.asp> (28/12/2010).

ROTHENBERG, S.; PIL, F.K.; MAXWELL, J. - *Lean, Green and the Quest for Superior Performance*. Journal of Production and Operations Management, Volume 10, nº3, págs. 228-243, 2001.

ROTHER, M.; SHOOK, J. - *Learning to See – Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. The Lean Enterprise Institute. Massachusetts, EUA, 1998.

SAUKKORIPI, L.; FORSBERG, A. – *Measurement of Waste and Productivity in Relation to Lean Thinking*. Proceedings of International Group for Lean Construction (IGLC)-15. Michigan, USA, 2007.

Soares da Costa - *Crescendo de Forma Responsável - ISO: Índice de Sustentabilidade em Obra*. Portugal SB10: Sustainable Building Affordable for All iiSBE Portugal, Vilamoura, 2010a.

Soares da Costa - *ISO - Índice de Sustentabilidade em Obra*. Seminário Métricas de Sustentabilidade. Goethe - Institut, Lisboa, 2010.

SustainAbility, s/d. <http://www.sustainability.com> (3/1/2011).

SUSTENTARE consulting, s/d. <http://www.sustentare.pt> (4/1/2011).

UN - United Nations - *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future (Chapter 2)*. World Commission on Environment and Development. Paris, 1987.

UPADHYE, N.; DESHMUKH, S.G.; SURESH, G. - *Lean manufacturing for sustainable development*. Global Business and Management Research: An International Journal, January, 2010.

VRIJHOEF, R.; KOSKELA, L. - *The four roles of supply chain management in construction*. European Journal of Purchasing & Supply Management, Volume 6, nº4, págs. 169-178, 2000.

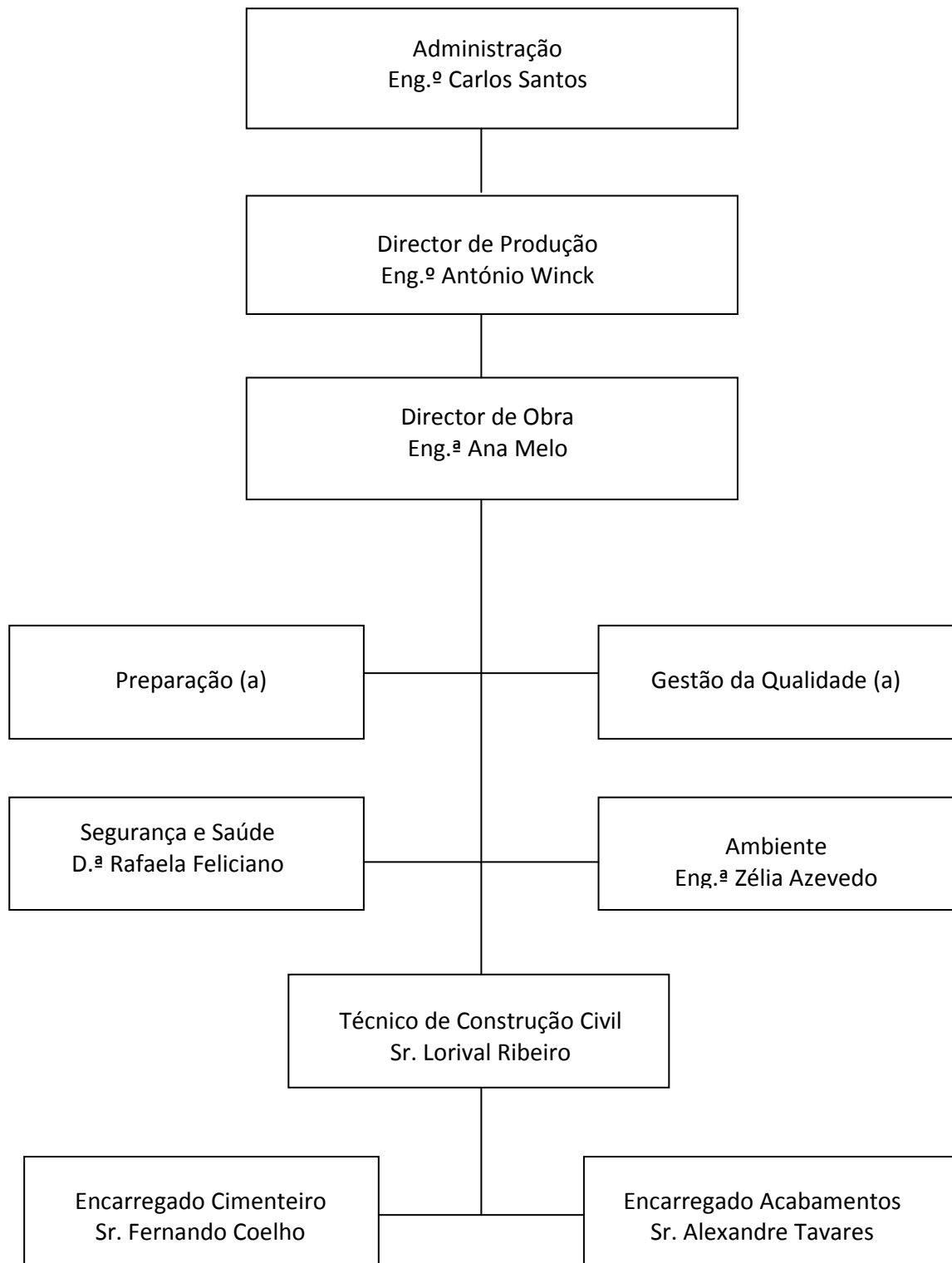
WILSON, J.; TYEDMERS, P.; PELOT, R. - *Contrasting and comparing sustainable development*. Ecological Indicators, nº7, págs. 299-314, 2006.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. - *Lean thinking, Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Simon and Schuster, NewYork, USA, 1996.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D. – *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. New York, HarperPerennial, 1990.

Anexos

Organograma da obra Cidadela de Cascais



(a) – Coordenação dos Serviços Centrais da Empresa

Guião de Entrevistas

I – Introdução

Esta entrevista tem como objectivo o enquadramento das práticas comuns do departamento de produção da empresa. Pretende-se averiguar se os procedimentos detectados na obra em estudo constituem práticas comuns a todo o departamento de produção. Como tal, serão entrevistados profissionais com uma visão privilegiada nesta área da empresa aliada a uma vasta experiência profissional na indústria da construção.

II – Obras Soares da Costa

- Quais os principais problemas que surgem nas diversas fases de obra?
 - Projecto
 - Preparação de obra
 - Execução

- No seu entender, qual destas fases pode ter mais impacto no desempenho da obra?

- Até que ponto a postura do Dono de Obra relativamente ao cumprimento rigoroso dos prazos e dos custos condiciona a abordagem da obra por parte do empreiteiro relativamente a estas questões.
 - Nada importante
 - Pouco importante
 - Importante
 - Muito importante

- A postura do Dono de Obra em relação à sustentabilidade influência de forma determinante a abordagem da obra por parte do empreiteiro?

- Verificou-se a subcontratação de duas subempreitadas para o mesmo tipo de trabalho, premiando a melhor subempreitada com entrega de outro edifício. É prática comum na empresa?

- Tem conhecimento de utilização anterior de ferramentas de gestão visual em obras da empresa? (tipo aplicação de um mapa ilustrativo que apresenta os avanços dos trabalhos semanais)

- Já contactou com este tipo de ferramentas em obras suas? Vê vantagens na sua utilização?
Que implicações e consequências antevê nessa utilização?

III – Obras de reabilitação Soares da Costa/Cidadela de Cascais

- De forma geral, quais são as maiores dificuldades encontradas nas obras de reabilitação na fase de execução?
Falta de espaço
Falta de mão-de-obra qualificada
Discrepância entre trabalhos previstos e realizados
Outros
- Em média, comparativamente com a construção nova, a reabilitação costuma ter mais atrasos?
Caso afirmativo, porque é que acontece?

PLADUR

- Nas vossas obras em que trabalham com Pladur quanto tempo medeia a encomenda do material e a entrega? Essas encomendas correspondem a quanto tempo de trabalho na frente?
- Por norma, aquando da entrega do material em obra como é que este é encaminhado?
Fica no estaleiro em local próprio a aguardar para ser levado para a frente?
É levado directamente para a frente de trabalho?
Fica “disperso” pelo estaleiro (onde houver espaço)
- Da sua experiência em obra como é processada a limpeza do local de trabalho ao longo da realização dos trabalhos?
Efectuada no final de cada dia, sensivelmente? Semanalmente?
Efectuada quando finalizada uma fase de trabalho (por exemplo um piso)
Efectuada quando já se notam certas dificuldades em trabalhar
- Relativamente ao encaminhamento dos resíduos para fora da obra, em média quanto tempo demora a recolha do contentor? (Tempo desde o pedido feito até o contentor sair da obra)

- Existe algum elemento de sinalização que indique o momento da recolha? (Como sabem que a recolha deve ser feita?). Que vantagens vê na sua implementação?

AÇO

- De forma geral a encomenda do aço é feita com base em que princípio?
Variação de valor
Por período de trabalho? Quanto tempo em média?
Por nível?
- Considera a aquisição de aço previamente cortado e moldado, uma boa opção para obras de reabilitação?
Relativamente à falta de espaço
Relativamente aos custos
Redução do tempo dos trabalhos
Redução do número de trabalhadores

PLANEAMENTO

- É prática comum realizar balizamentos mensais?
- A par destes balizamentos é comum a realização de uma análise por comparação percentual entre trabalho previsto e realizado?
- Quando são verificados atrasos nos balizamentos tem conhecimento do uso de alguma ferramenta que ajude a detectar a relação causa/efeito desses atrasos? (como por exemplo o uso de um mapa de irregularidades)
- Vê vantagens na sua utilização? Que implicações e consequências antevê nessa utilização?
- Como vê a partilha dessa informação pelas diversas direcções de obra? (por forma a evitar novas ocorrências)

IV- ISO na Soares da Costa

- Que pontos considera mais notórias as melhorias implementadas pelo ISO?
- Quais as maiores dificuldades sentidas na implementação deste?

Mais burocracias

Resistência por parte dos quadros superiores de obra

Resistência por parte da mão-de-obra

Outros

- Verificou-se na obra da Cidadela de Cascais a presença de uma mentalidade sustentável, exemplos disto: grande preocupação na reutilização de materiais, reciclagem de materiais, preocupação com a existência de não conformidades, entre outros. É prática corrente nas obras em geral da SDC (a existência desta mentalidade)?
- Verificou-se igualmente a presença de uma mentalidade de optimização na gestão da obra, tais como (mostrar Tabela 1 - Relatório Progresso Cidadela Cascais). De que forma estas medidas influenciam o ISO? Que parâmetros do ISO em especial?
- Aquando da análise dos processos em obra, foram formuladas algumas propostas de melhoria (mostrar Tabela 2 – Relatório Progresso Cidadela). De que forma estas propostas influenciam o ISO? Que parâmetros do ISO em especial?

Tabela 1 - Paralelismo entre optimização detectada em obra e *Lean Construction*

Processos	Etapa	Optimização	Designação <i>Lean</i>
Pladur	Encomenda e recepção do material	Encomenda de material efectuada apenas com um dia de antecedência; Stock do material em obra apenas para uma semana de trabalho	JIT (<i>just in time</i>)
	Deslocação material para local de aplicação	Aquando da entrega do material em obra, este é automaticamente reencaminhado para as diferentes frentes de trabalho	5S e eliminação do <i>MUDA</i>
	Encaminhamento dos desperdícios para local apropriado	Ao longo do processo de aplicação, os desperdícios vão sendo encaminhados para contentor apropriado	5S
	Recolha dos desperdícios	Quando o contentor se encontra cheio, a recolha é efectuada no prazo máximo de um dia	5S
Aço	Encomenda e recepção do material	Stock do material em obra apenas para sensivelmente um mês de trabalho	JIT (<i>just in time</i>)
Planeamento	Balizamentos	Aquando dos balizamentos mensais são efectuadas análises comparativas entre o previsto e o realizado	PPC (Percentagem do Planeamento Completo)
Preparação de obra	Contratação das subempreitadas	Distribuição da área de negócio pelas subempreitadas; Criação de um ambiente de trabalho salutar entre os vários intervenientes	Relação de proximidade entre empreiteiro geral e subempreiteiros

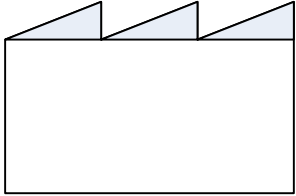
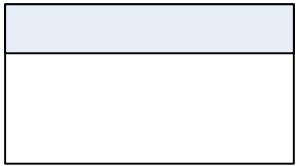
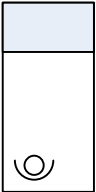
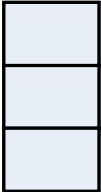


Tabela 2 - Propostas de melhoria em obra

Processos	Proposta de melhoria	Justificação	Designação <i>Lean</i>
Material Cofragens	Aquando da cofragem/descofragem, proceder-se à limpeza do local (desperdícios) com recurso a contentores na proximidade	Permitirá ter o local limpo facilitando a leitura do local (percepção de obstáculos) e o começo das empreitadas a jusante; Permite ainda a diminuição da probabilidade de não conformidades, e a probabilidade de acidentes de trabalho e um reencaminhamento mais rápido de resíduos (que não trazem valor á obra)	5S
Aço	Optar pela aquisição do aço previamente cortado e moldado	Permitirá diminuir a quantidade de desperdícios, reduzir as dimensões do estaleiro de aço, bem como o número de trabalhadores	Eliminação de actividades <i>in-situ</i>
Planeamento	Associar ao PPC o Mapa de Irregularidades	Irà permitir perceber o porquê do incumprimento das actividades dos balizamentos mensais e prevenir a repetição do erro	<i>Kaizen</i>
Preparação de obra	Colocação de um Mapa de Progresso em zona visível no estaleiro	Irà permitir que todos em obra sejam informados da evolução do planeamento	Gestão Visual

Tabela 3: Mapa de irregularidades

Mapa de Irregularidades				
Obra:			Semana:	
Nº Actividade:	Designação:	Falha detectada:	Consequência:	Sugestão de resolução:

Ícone usados no MFV

	Cliente ou fornecedor
	Controlo de Produção
	Processo de Produção
	Caixa de dados
	Fluxo de informação manual
	Entrega ou envio por camião

Mapeamento Actual do Fluxo de Valor

